Die

Baumaterialien

aus

dem unorganischen Reiche.

Nach

ihren allgemeinen Vorzügen und Mängeln mit Rücksicht auf die Darstellungsweise und nothwendigen technischen Veränderungen eines Theils derselben.

Von

Dr. C. Schmid,

k. Professor an der polytechnischen Schule in München.

München, 1846.

Vorwort.

Bei Bearbeitung dieses Theils der Baumaterialien-Lehre wurde, wie der Titel anzeigt, auch auf die technische Umwandlung der Stoffe Rücksicht genommen, und zwar aus zwei Gründen: erstens, weil es an sich den Bautechnikern nicht unerwünscht seyn wird, diesen technischen Theil, wenn auch nicht ausgeführt, doch übersichtlich beigegeben zu sehen, und zweitens, weil es schwer hält, eine genaue Gränze zwischen der Lehre über Baumaterialien im strengsten Sinne, und der technischen Behandlung von vielen derselben zu ziehen. Offenbar wird die Angabe von Vorzügen oder Mängeln der Baustoffe, und der Verschiedenartigkeit mancher derselben deutlicher

durch die Kenntniß ihrer technischen Behandlung, ja manche ihrer wesentlichen Eigenschaften lassen sich gar nicht erklären, ohne das Technologische zu erläutern, und man wird bei genauer Prüfung Dessen finden, daß sich abgerissene Bruchstücke nicht geben lassen, ohne Dasjenige, was erklärt werden soll, hiedurch undeutlich zu machen. Daher mag diese Erweiterung des Stoffes Rechtfertigung finden.

I. Von den Vorzügen oder Fehlern der natürlichen Bausteine im Allgemeinen.

1.

Bei der Wahl der Steine, welche in ihrem unveränderten oder Naturzustande als Material zum Bauen dienen, hat man auf gewisse Eigenschaften derselben eine allgemeine Rücksicht zu nehmen. Diese Eigenschaften sind theils solche, welche von jedem guten Baustoffe als die unerläßlich nothwendigen vorausgesetzt werden müssen, nämlich Dauerhaftigkeit und Festigkeit. Ausserdem kommen aber bei Steinen noch sehr häufig in Betrachtung, vorzügliche Härte, Feinheit und Dichtigkeit des Kornes, darauf sich gründende Politurfähigkeit, dann das Gewicht, zu manchen Zwecken Feuerbeständigkeit, ein gleichbleibender Trockenheitszustand, und endlich auch schönes Ansehen in Hinsicht auf Farbe, Farbbeständigkeit u. s. w.

2.

Die erste Anforderung an einen brauchbaren Baustein ist ein dauerhaftes Verhalten gegen alle äussern Einflüsse der Luft und des Wassers bei mittlerer Temperatur desselben, dann gegen die Wirkungen der Kälte, oder auch des Feuers. Man nennt besonders die Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkungen der Luft oder

Atmosphäre dessen Dauerhaftigkeit, und das Gegentheil hievon Verwitterungsfähigkeit. Es gründet sich diese Eigenschaft zunächst auf die eigne chemische Natur der Steine, dann die Beschaffenheit ihrer nächsten Umgebungen. Die chemische Natur eines jeden Steines beruht nicht blos in der Natur seiner Bestandtheile, sondern es hängt selbe bei den Bausteinen, welche fast immer Gemenge verschiedener Steinarten sind, auch von der Art der Gemengtheile, und selbst von sogenannten zufälligen Einmengungen ab, und bei den Steinen, welche aus Mineraltheilen zusammengesetzt sind, die durch ein dazwischen getretenes Bindemittel zusammengehalten werden, von der Art dieses Bindemittels. Auf das chemische Verhalten eines Steines, so wie selbes durch Bergarbeit als Material zum Bauen gewonnen wird, haben selbst oft die auf ihn wirkenden äussern physischen Kräfte Einfluß.

3.

Manche Mineralkörper erleiden schon durch bloße Einwirkung der Luft und des Wassers eine chemische Veränderung, während andere sich sehr standhaft gegen diese Einwirkungen zeigen. Zu den leicht verwitterbaren gehören zum Beispiele die schwefelkieshaltigen Steine, die Kieselkalke, die Gesteine, worin Feldspath vorherrscht. Dagegen verhalten sich unter gleichen Einflüssen ausserordentlich dauerhaft die Quarze, und quarzigen Gesteine, die Bildungen des kohlensauren Kalkes, und die Dolomitgesteine, so lange diese nicht vollkommen auskrystallisirt sind, oder ihr Blätterdurchgang ausgebildet ist, in welchem Falle sie leicht auseinandergehen. Diejenigen Gebirgsbildungen, welche aus sehr harten Massen bestehen, und nicht zu viele Zerklüftungen, natürliche Spaltungen enthalten, leisten auch den physischen zerstörenden Kräften, den Wirkungen des Wassers, den Schnee- und Eislasten u. s. w. größern Widerstand, und erleiden auch deßwegen weniger eine Zerstörung chemischer Art; denn die eigentliche Verwitterung ist oft eine Folge dieser physischen Veränderung. Die harten Quarzmassen ragen daher oft auffallend aus verwitterten Gesteinen hervor,

welche selbe anfangs deckten. Es sind also die Felsgesteine, welche ein gutes Material zum Bauen liefern sollen, zuerst in Hinsicht auf ihre chemische Natur, in Hinsicht auf Gemengtheile, vorzüglich herrschende Einmengungen, dann auch in Hinsicht auf den physischen Zustand, in dem sie sich befinden, zu betrachten. Hieraus wird man allgemeine Schlußfolgen auf ihre größere oder geringere Dauer ziehen können. Jedoch ist bei solchen Betrachtungen oder Untersuchungen leicht eine Täuschung möglich, weil die Dauer eines Steins nicht blos von seinen Bestandtheilen und ihren Verhältnissen, sondern auch von seinem Aggregatszustande abhängt. Dasselbe Gestein kann, je nachdem es aus einem verschiedenen Bruche kommt, verschiedene Eigenschaften haben, wie die Erfahrung lehrt; daher letztere überhaupt den sichersten Maßstab in Hinsicht auf die Wahl eines dauerhaften Gesteins liefert.

4.

Verwitternde Felsmassen zeigen ungewöhnliche Spaltungen und Zertrümmerungen im Großen, Veränderung der herrschenden Färbung, im Kleinen Auflockerung der Theile, blätter- und schuppenförmige Ablösungen an den Oberflächen, und zerfallen endlich ganz in ein Haufwerk zu einer unscheinbaren Masse, welche sich immer mehr dem erdigen Zustande nähert, und zuletzt eine Art lockern durch das Wasser erweichbaren Thones gibt, in welchem nur die unzersetzbaren Theile, z. B. Quarztheile, abgesondert liegen bleiben.

5.

Die Dauerhaftigkeit der verschiedenen Felsgesteine hängt aber nicht blos von ihrem Vermögen, den chemischen Wirkungen der Luft und des Wassers zu widerstehen, sondern auch von der Fähigkeit, den Wirkungen des Winterfrostes gehörigen Widerstand zu leisten, oder von ihrer Frostbeständigkeit. Das Wasser des Regens, oder das Bergwasser dringt in alle Ritzen oder Spalten einer Felsmasse, und wenn es darin gefriert, ver-

mag es durch Ausdehnung in diesem seinen krystallisirenden Zustande die härtesten Felsmassen zu sprengen. Die Erfahrung lehrt aber, daß manche Felsarten eine solche Zerstörung durch den Frost nicht erleiden, und daß die Fähigkeit hiezu häufig bei derselben Steinart in ungleichem Grade vorhanden ist. Es ist daher eine innere Beschaffenheit des Steines vorauszusetzen, die ihn hiezu mehr oder minder geneigt macht. Im Ganzen ist in Hinsicht auf diese Eigenschaft der Aggregatszustand der Masse, die krystallinische oder dichte Beschaffenheit des Steines wirksam, und ein gewisser Grad von Elastizität von besonderm Einfluße. Diese Eigenschaft können wir durch keinen andern Prüfungsweg am sichersten entdecken, als auf dem Wege der unmittelbaren Erfahrung, indem wir den Stein den Wirkungen des Frostes aussetzen.

6.

Man hat jedoch auch in dieser Beziehung gesucht, die Prüfung abzukürzen, indem man annahm, daß durch die Auskrystallisirung eines andern Körpers, als des bloßen Wassers in der Steinmasse, die gleiche oder fast dieselbe Wirkung hervorgebracht werden müsse, und sich daher nach Maßgabe dieser Wirkung auch die Frostbeständigkeit eines Steines beurtheilen lasse. Da die gewöhnlich vorkommenden im Wasser sich leicht auflösenden Salze die tauglichsten Mittel hiezu wegen ihrer Krystallisirbarkeit schienen, so glaubte man diese empfehlen zu können.

7.

Vor andern dieser Salze hält man wegen vorzüglicher Krystallisirbarkeit, auch weil es sehr wohlfeil ist, das Bittersalz tauglich. Nach Brard macht man eine vollkommen mit Salz gesättigte Lösung in Wasser, indem man so viel Salz nimmt, daß in dem hiezu gewählten Gefäße etwas überschüssiges Salz nach Verlauf einiger Stunden liegen bleibt. In diese Auflösung bringt man die zu untersuchenden Steine, denen man eine Würfelform geben läßt, weil sich an den regelmässigen Kanten und Ecken die

Spuren der Abtrennung von Steintheilchen am deutlichsten zeigen. Man kocht hierauf die Flüssigkeit kurze Zeit (30 Minuten nach den hierüber angestellten Versuchen von Vicat), nimmt die Steine nach einander heraus, hängt sie an Bindfäden in freier Luft auf, und setzt unter jeden ein besonderes Gefäß mit einem Theil der Flüßigkeit, worin alle gekocht wurden, und welche man vorher sich setzen läßt, um sie rein abgießen zu können. An den frei schwebenden Steinen bilden sich bei trockner und nicht kalter Witterung in Zeit von 24 Stunden kleine Salzkrystalle aus. Nun taucht man dieselben in die untergestellten Gefäße, und wiederholt diese Operation so oft, als sich noch ein Beschlag von solchen Krystallen erzeugt. Es ist im Ganzen eine Prüfung von 5 Tagen nöthig. Der Verlust an Steintheilchen, welchen jeder untersuchte Stein dadurch erleiden mag, soll sein größeres oder geringeres Vermögen beurkunden, den Wirkungen der Salzkrystallbildung zu widerstehen. Die abgelösten Theilchen werden sich in jedem untergestellten Gefäße finden, und ein Vergleich der Quantitäten dieser Ablösungen wird den Maßstab geben, jeden einzelnen untersuchten Stein in Hinsicht auf Frostbeständigkeit zu beurtheilen, was um so leichter ist, wenn man anerkannt gegen den Frost dauerhafte Steine mit zur Probe nimmt. Dieses Probemittel ist aber in die Praktik nicht übergegangen, und auch nicht für alle Steinarten anwendbar.*) Ueberhaupt muß man sich hüten, Steine schon darum für nicht frostbeständig zu halten, weil sie vorzüglich porös und wassersaugend sind. Zu den letztern gehören z. B. viele Sandsteine, welche doch dem Froste sehr großen Widerstand leisten. Alle Jahre nach heftiger Winterkälte bemerkt man an selben keine äussere Abblätterung oder sonst eine Spur von Zersprengung, ausgenommen sie haben einen äussern starken Druck des gefrierenden Wassers auszuhalten. Eben so gibt es löcherige und sehr poröse Kalksteine, z. B. den Kalktuff, welche gleich gut den zersetzenden Wirkungen der Luft wie dem Was-

---

*) Man wollte zwar gefunden haben, daß durch die angestellten Versuche solche Resultate sich ergaben, die mit der Erfahrung übereinstimmen, wenn man nämlich die Steine dem Froste wirklich aussetzt.

ser widerstehen. Vielleicht trägt eine gleichförmige Porösität des Steines durch den gleichförmigen Druck und Gegendruck der Eistheilchen viel zur Dauer in dieser Hinsicht bei, obwohl die Steinoberfläche auch für diesen Fall Schaden leiden müßte. Der Baumeister wird immer auf diese Eigenschaft seines Materials Rücksicht nehmen, und in Ermanglung anderer allgemein anwendbarer Mittel die Erfahrung entscheiden lassen. Das härteste und sonst dauerhafteste Gestein, wie z. B. der Granit, kann durch den Frost zu Grunde gehen, wenn die Masse auch so fein zerklüftet ist, daß sich äusserlich kaum einige Haarrisse zeigen.

8.

Die Festigkeit der Steine, oder ihr Vermögen, den Belastungen, welchen sie auf die eine oder andere Art ausgesetzt sind, größern oder geringern Widerstand zu leisten, unter solchen Umständen nicht zu zerbrechen, zerdrückt zu werden u. s. w., beruht auf einem eigenthümlichen Zusammenhange, einer gewissen Anordnung ihrer Theile, oder eigenthümlichen Cohäsionsverhältnissen; denn diese Eigenschaft kömmt mit ihrer Härte keineswegs immer in geradem Verhältnisse vor. Das Tragvermögen ist zwar an und für sich durch einen gewissen Härtegrad der Steine bedingt. Von sehr weichen Steinen läßt sich eine bedeutende Festigkeit nicht erwarten. Aber es gibt Steine von mittlerer Härte, z. B. Kalksteine und Sandsteine, die ein größeres Tragvermögen besitzen, als manche andere, welche sie an Härte noch übertreffen. Hiebei hat die Gleichförmigkeit der Massentheile, die gleichförmige Dichtigkeit und die eigenthümliche Struktur der Steine bedeutenden Antheil, bei Steinen, welche ein Bindemittel enthalten, die Beschaffenheit dieses Bindemittels u. s. w.

9.

Bausteine müssen vorzüglich eine große rückwirkende Festigkeit besitzen, oder ohne zerdrückt zu werden bedeutende Lasten, die senkrecht auf sie wirken, während sie selbst eine feste Unterlage

haben, tragen können. In vielen Fällen ist aber auch ihre relative Festigkeit von der größten Wichtigkeit, ihr Vermögen, den senkrechten Belastungen, welche nach ihrer Hauptdimension auf sie wirken, während sie nur theilweise unterstützt werden, kräftig zu widerstehen, oder nicht zu brechen.

Die wichtigsten Erfolge hängen bei jedem Baue von diesen Eigenschaften ab, d. i. nicht nur an sich die Dauer jedes Mauerwerks, welches aus Natursteinen gebildet wird, die Stärke und Höhe von Säulenstücken und andern einzelnen Bautheilen aus Stein, sondern im Ganzen die Herstellung eines Gebäudes nach einem gewissen Plane oder Baustyle, die großartige, den Wirkungen der Zeit trotzende Ausführung aller wichtigen Bauwerke. Die Erfahrung hat schon in ältern Zeiten den Baumeister belehrt, welches Material er wählen durfte, um ein Bauwerk zu gründen, das dem Einflusse selbst von Jahrtausenden noch Widerstand leisten würde. In neuerer Zeit waren viele Baumeister bemüht, durch angestellte Versuche solche Resultate zu finden, die in dieser Hinsicht als leitende Richtschnur dienen könnten. Man hat eine Menge von Material, so wie es eine Gegend in den europäischen Ländern vorzüglich darbietet, in Hinsicht auf Festigkeit untersucht.

Bei Beurtheilung dieser zahlreichen Versuche ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, daß eine Steinmasse im Großen und im Kleinen nicht gleichartig seyn könne, und dieß einen großen Einfluß auf die Festigkeit der untersuchten Steine hat, die Versuche aber besonders mit Steinen in einem verhältnißmäßig nur sehr kleinen Maßstabe gemacht werden können. Man hat bei einem Theile dieser Versuche auch das specifische Gewicht der Felsarten berücksichtigt, und dieses leicht erklärlich in einem gewissen Verhältnisse mit der Festigkeit der untersuchten Steine gefunden. Allein bei Mineralgemengen, wie so viele Bausteine sind, wird sich das specifische Gewicht kaum genau bestimmen lassen, und überhaupt die Festigkeit nicht immer in gleichem Verhältnisse mit dem specifischen Gewichte stehen können. Interessant sind die Beobachtungen über Biegsamkeit der Steine, welche mit der relativen Festigkeit derselben in einem nahen Verhältnisse zu stehen scheint.

10.

Von diesen Versuchen*) mögen hier einige der interessantesten stehen:

Versuche von Gauthey mit verschiedenen Steinen und Ziegeln durch Hülfe einer Hebelmaschine. Die Steinstücke waren parallelepipedisch, von verschiedenen Dimensionen, zu 4 bis 48 Linien, meistens zu 10 bis 20 L. Die Resultate sind berechnet auf einen Quadratfuß Steinoberfläche.

Steinarten.	Gewicht eines Kubikfußes.	Kleinster Werth	Mittlerer Werth	Größter Werth
		der Gewichte, welche den Stein zerdrückten.		
	℔. frz.	℔. frz.	℔. frz.	℔. frz.
Porphyre . . .	201	4299112	5329152	5619486
Marmor von Flandern	184	1824768	2239488	2159200
Marmor von Genua .	189	691472	770688	1002240
Harter Kalkstein v. Givry	165	456192	663552	870911
Weicher Kalkstein v. Givry	145	186624	248832	311040
Weißer Kalkstein v. Tonnerre	120	181440	222912	279836
Harter Ziegel . . .	109	290304	521403	373248
Weicher Ziegel . .	174	5390	8424	189586

Man findet hienach die Größe des Widerstandes gegen das Zerdrücken dieser Steine, ausgedrückt in Kilogrammen und auf eine Oberfläche von 1 Centim. ins Gevierte berechnet, wenn man die Zahlen der drei letztern Rubriken multiplizirt mit der Dezimalzahl 0,000464.

*) Einige Resultate über die Festigkeit der hier vorzüglich gebräuchlichen Bausteine sollen noch veröffentlicht werden.

Versuche von Gauthey mit Sandstein-Würfeln von 1 Kubikfuß, und mit andern Steinwürfeln von 9 französischen Zoll und 7 Linien Stärke.

1) Sandsteinwürfel von 1 Kubikfuß.	Gewicht zum Zerdrücken.	
	Pfd. frz.	Pfd. bayer.
1 Kubikf. harten Sandsteins, mit seiner ganzen Basis auf einer festen Unterlage ruhend	663,552	579,944
Ein solcher Würfel weicherer Gattung . .	248,832	216,484
1 Kubikf. harten Sandsteins, nur an einem Ende unterstützt	55728	48483
Ein weicher Sandstein unter denselben Verhältnissen	10080	8769
Ein harter feinkörniger Sandstein, an beiden Enden unterstützt	205632	178899
Ein weicher Sandstein unter denselben Verhältnissen	173859	151257
Ein harter Sandstein, auf beiden Seiten gehalten, aber hängend, wie der Schlußstein eines Gewölbes	45561	39899
Ein weicher Sandstein unter denselben Verhältnissen	15850	13789
2) Steinwürfel von 9 Zoll 7 Linien Stärke.		
Schwarzer Marmor	28438	24741
Basalt	103990	90471
Porphyr	100042	87036
Granit	100042	87036

Aeltere Versuche von Perronet mit Sandsteinen von verschiedenem Durchmesser.

Sandsteinarten.	Gewicht zum Zerdrücken.	
	℔. frz.	℔. bayer.
Ein Sandstein mit Quadratf. Grundfläche, der beim Bau der Brücke von Neuilly gebraucht wurde, der Kubikf. 152 ℔. schwer .	240,000	208,800
Ein Sandstein mit Quadratzoll Grundfläche und 12 Zoll Höhe	7350	6394
Sandsteine von Saillencourt von derselben Grundfläche und Höhe	1825	1587
	(mittleres Gewicht.)	

Man könnte dem ersten Versuche zufolge einer Säule von diesem Sandstein, welche gleiche Grundfläche, wie der untersuchte hätte, 1580 Fuß Höhe geben, ohne ihr Zerbrechen fürchten zu dürfen.

Ein Sandstein des zweiten Versuches würde bei einer Grundfläche von 1 Quadratfuß einer Belastung von 1,058,400 ℔. frz. widerstehen.

Die Sandsteine des dritten Versuches würden bei einer Grundfläche von 1 Quadratfuß und gleicher Höhe eine Last von 262,800 ℔. tragen.

Versuche von Rondelet durch Hülfe einer ähnlichen Maschine mit Steinwürfeln von 0^{m},05 die Seite, so daß der Flächeninhalt der Basis 25 Quadrat=Centim. betrug.

Steinarten.	Spez. Gew.	Kilogr.	℔. bayer.
Grüner Granit aus den Vogesen .	2,85	15487	27566
Grauer Granit aus den Vogesen .	2,64	10581	18847

Steinarten.	Spez. Gew.	Kilog.	Ꝁ. bayer.
Grauer Granit aus der Bretagne .	2,74	16353	29108
Granit aus der Normandie . .	2,64	17555	31247
Basalt aus Schweden . . .	3,06	47809	85100
Basalt aus Auvergne . . .	2,88	51945	92711
Röthlicher sehr harter Sandstein .	2,52	20337	36202
Weißer Sandstein . . .	2,48	23086	41093
Weicher Sandstein . . .	2,49	23098	42114
Schwarzer flandrischer Marmor .	2,72	19719	35198
Weißer Statuenmarmor . . .	2,69	8176	14553
Weißer, aderiger Marmor . .	2,70	7455	13271
Sehr harter römischer Travertino .	2,36	7449	13259
Graue Lava aus der Gegend von Rom (Peperino genannt) . .	1,97	5700	10146
Lava vom Vesuv (Peperino) . .	2,60	14802	26347
Weiche Lava aus Neapel . .	1,72	4014	7141
Tuff von Rom	0,86	831	1479

Versuche von Rennie mit Steinwürfeln, wovon die Seite $1\frac{1}{2}$ Zoll (englisch) groß war, durch Hülfe einer Hebelmaschine angestellt.

Steinarten.	Spez. Gew.	Ꝁ. engl.	Ꝁ. bayer.
Blauer Granit von Aberdeen	2,625	24556	19865
Feinkörniger Granit von Peterhead		18636	15076
Granit von Cornwall . . .	2,662	14302	11570
Weißer Marmor aus Brabant .	2,697	20742	16780
Weißer geaderter Marmor aus Italien	2,726	21783	17622
Rother Marmor von Devonshire .		16712	13520

Steinarten.	Spez. Gew.	℔. engl.	℔. bayer.
Schwarzer dichter Kalkstein von Limerik	2,598	19924	16118
Portlander Kalkstein (der Würfel hatte 2 Zoll von der Seite) . .	2,423	14918	12068
Portlander Kalkstein (der Würfel hatte 1½ Zoll, wie die übrigen untersuchten Steine)	2,428	10284	8319
Kieseliger Stein von Dundee .	2,530	14918	12068
Ein kieseliger Stein von Derby .	2,316	7070	5725
Stourbridge Ziegel . . .		3864	3125
Gebrannter Ziegel . . .		3243	2623
Blaßrother Ziegel	2,085	1263	1021

Die Größe des Widerstandes gegen das Zerdrücken dieser Steine, ausgedrückt in Kilogrammen und berechnet auf eine Oberfläche von 1 Quadrat = Centimetre, findet man, wenn man die Zahlen der zweiten Rubrik multiplizirt mit 0,03156.

Der Widerstand gegen das Zerdrücken der Steine nimmt ab in dem Grade als die Höhe größer ist, wie die Seite der Grundfläche. Dieß beweisen Versuche von Rondelet mit Steinwürfeln, deren Grundfläche 5 Centim. ins Gevierte betrug.

Steinarten.	Spez. Gew.	Gewichte zum Zerdrücken.
		Kilogr.
Ein Würfel von sehr hartem kalkigen Stein	2,388	8851
Zwei Würfel desselben Steines auf einander		5411
Drei solcher Würfel		4780
Ein Würfel eines sehr harten Steins vom Bagneur bei Paris	2,255	6650

Steinarten.	Spez. Gew.	Gewichte zum Zerdrücken.
		Kilogr.
Zwei Würfel hievon übereinander . .		4223
Drei solcher Würfel		3890
Ein Würfel harten kalkigen Felsgesteins von Chatillon	2,342	5138
Zwei Würfel desselben übereinander .		4010
Drei solcher Würfel		3853

Nach den Berechnungen von Rondelet tragen auf eine Grundfläche von 25 Centimetres ins Gevierte:

	Kilogr.	℔. bayer.
Die Pfeiler der Peterskirche in Rom .	409	728
Die Pfeiler der Paulskirche in London .	484	861
Die Pfeiler der Invalidenkirche in Paris .	369	656
Die Pfeiler der Kirche von St. Genovefa	763	1970
Die Pfeiler der Kirche von St. Mery .	735	1308
Die Säulen der Kirche von Toussaint d'Angers	1107	3058

Nach Perronet tragen die Schlußsteine der Brücke von Neuilly eine Last von ohngefähr 20,000 ℔. auf den Quadratfuß, und es würden nach Soufflot's Erfahrungen, um den Stein zu zerdrücken, 240,000 ℔. nöthig sein.

Nach Telford und Nimmo trägt ein Bruchstein 250,000 bis 850,000 englische Pfund auf den englischen Quadratfuß, und ein Ziegel 300,000 ℔. Man kann ihm beim Bauen eine Belastung von $^1/_6$ dieses Gewichtes und darüber geben. Gewöhnlich ist man jedoch der Meinung, daß es rathsam ist, die Belastung nur zu $^1/_{10}$—$^1/_{12}$ des ganzen zum Zerdrücken nöthigen Gewichtes zu steigern. Es ist aber auch zu bemerken, daß die Steine bei gleichförmiger Belastung schon mit der Hälfte der Last, welche

zu ihrem völligen Zerdrücken nothwendig ist, anfangen sich leicht zu spalten, und um so leichter brechen, je lang anhaltender sie belastet werden.

Versuche von Tredgold über Biegsamkeit einiger Steine, welche rechtwinklige Prismen waren, und in horizontaler Lage auf 2 Seiten unterstützt, in der Mitte belastet wurden:

Steinarten.	Entfernung der Stützen.	Breite der Stücke.	Dicke der Stücke.	Belastung der Mitte.	Tiefste Senkung.
Sehr reiner weißer Statuenmarmor. Spez. Gew.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	℔. engl.	Zoll.
2,706 . . .	30	1,075	1,075	10	0,02
				20	0,045
Portlander-Kalkstein von brauner Farbe. Spez. Gew.				50	0,06
2,113 . . .	24	2	1,45	10	0,01
				20	0,015
Weißer Kieselsandstein von				30	0,02
Long-Annet. Spez. Gew.				40	0,022
2,212 . . .	18	1,45	1,525	20	0,015
				30	0,02
				40	00,22
				50	0,025
				60	0,03

Versuche von Tredgold über relative Festigkeit von Kalk- und Sandsteinen, welche rechtwinklige Prismen waren, auf zwei Seiten in horizontaler Lage unterstützt, in der Mitte belastet, und durch die Last gebrochen wurden:

Steinarten.	Entfernung der Stützen.	Breite der Stücke.	Dicke der Stücke.	Gewicht bei erfolgtem Bruch.	
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	℔. engl.	℔. bayr.
Sehr reiner, weißer Statuenmarmor. Spez. Gew. 2,706	30	1,075	1,075	50	40
	15	1,08	1,05	110	89
	14	1,075	1,076	130	105
Brauner Portlanderkalkstein. Spez. Gew. 2,113 .	24	2	1,45	100	81
Weißer Kieselsandstein. Spez. Gew. 2,212 . .	18	1,45	1,525	92	74

Steinarten.	Entfernung der Stützen.	Breite der Stücke.	Dicke der Stücke.	Gewicht bei erfolgtem Bruch.	
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	℔. engl.	℔. bayr.
Sandstein von Craigleith. Spez. Gew. 2,362 . .	14	1,55	1,55	137	110
Sandstein aus dem Steinbruch von Hailes . .	14	1,55	1,5	123	99
Sandstein von Long=Annet	9	1,525	1,45	160	129
Derselbe Sandstein . .	7	1,55	1,55	233	188
Portlander Kalkstein . .	12	2,07	1,55	270	218
Bathstein . . .	5,5	1	1	58	46

Nach Versuchen von Gauthey zerbrach ein Prisma harten Kalksteins von Givry, 18 Linien breit, und 8 Linien dick, mit Stützen, welche 18 Linien entfernt waren, durch ein Gewicht von 143 ℔. Weißer Sandstein von Givry erforderte unter gleichen Umständen nur eine Belastung von $^1/_5$ des vorigen Gewichts, um zerbrochen zu werden.

Nach den Versuchen von Barlow erforderte ein Prisma von Ziegelsteinen, 4 englische Zoll breit, und 2 Zoll dick, auf zwei Seiten unterstützt, in der Mitte belastet, zum Zerbrechen

343 ℔. englische ℔. von einem ordinären, schon alten Ziegel,
403 ℔. von einem neuen derselben Art,
444 ℔. von einem sehr guten Ziegel.

10.

Zur Verminderung der Festigkeit von Bausteinen trägt oft eine unvollkommene oder fehlerhafte Zusammenfügung derselben bei. Steine von Quaderform sollen sich möglich an allen Punkten ihrer Oberfläche decken. Eine Aussprengung solcher Steine kann zu einem weitern Bruche Anlaß geben. Auch müssen Steine, welche nicht massig sind, sondern eine stark schiefrige Struktur haben, so in das Mauerwerk eingefügt werden, daß nicht die Ausgänge

ihrer Schichten, sondern die horizontalen Flächen derselben aufeinander ruhen, indem der Widerstand aller Schichtenflächen größer ist, als der der Schichtenausgänge. Bei Gewölbebildungen müssen hingegen die horizontalen Flächen dem Mittelpunkte der Gewölbe entsprechen, weil hier der gegenseitige Druck der Steine nach dieser Richtung erfolgt. Man vermeidet überhaupt Steinarten von einer schiefrigen ins Blättrige übergehenden Struktur zur Bildung und Benützung als Quadersteine, weil selbe nicht fest genug sind, und an ihren Blätterausgängen geneigt sind, viele Feuchtigkeit einzunehmen, und dadurch leicht eine Aufblätterung und frühzeitige Verwitterung erleiden. Besser ist es selbe im Innern von Mauerwerk, wo sie der Witterung weniger ausgesetzt sind, zu verwenden. Als sogenannte Rauhmauersteine leisten jedoch einige derselben vortreffliche Dienste.

11.

Die Härte der Steine, vermöge welcher ihre Theile einen so festen Zusammenhang haben, daß selbe bei der Bearbeitung durch Instrumente, Sägen, Bohrer, Hämmer und dgl. einen merklichen Widerstand leisten, ist immer eine empfehlende Eigenschaft, indem harte Steine auch häufig geringe Verwitterungsfähigkeit und oft ausserordentliche Festigkeit zeigen. Doch wird vorzügliche Härte nicht unbedingt von jedem Steine gefordert, der zu Bauzwecken dient. Der Baumeister ist meist schon zufrieden, wenn er nur von der Dauer und einer hinlänglichen Festigkeit seines Materials überzeugt ist, und auch keineswegs bemüht, die Härtegrade desselben genau auszumitteln. Doch sind zu einigen Bauzwecken besonders harte Steine nöthig, nämlich für solche Fälle, wo der Stein einem oft sich wiederholenden Drucke, einer steten Reibung, u. s. w. ausgesetzt ist, mithin für Bildung von Treppen und Trottoirs, von Pflaster, und Verwendung zu Brückenbahnen, für den Straßenbau. Steine ohne vorzügliche Härte zu solchen Zwecken benützt, erleiden frühzeitig eine solche Abnützung und Zertrümmerung, daß ihre gänzliche Erneuerung oder Wiederherstellung mit großen Kosten nothwendig wird; daher hiezu nicht blos für sich dauerhafte, sondern auch sehr harte

Steine verwendet werden sollen, um solche sich oft wiederholende Unkosten zu vermeiden. Man verwendet manche Steine auch nicht gerne, wenn sie frisch aus dem Bruche gekommen sind, weil sie dann noch viele Bergfeuchtigkeit einschließen, und durch Liegen an der Luft bedeutend härter werden. Aus eben diesem Grunde bearbeitet man sie aber gerne, wenn sie noch frisch sind, oder mit Bergfeuchtigkeit gefüllt. Im Ganzen liebt man eine mittlere Härte der Natursteine, besonders wenn selbe einer sorgfältigen, künstlichen Bearbeitung z. B. zu Ornamenten, unterworfen werden müssen. Was die Baumeister weiche Steine nennen, sind jene, welche sich durch die Steinsäge ohne Hinzugabe von Sand schneiden lassen, und harte diejenigen, welche nur mit Sand geschnitten werden können.

Genaue Bestimmungen über die Härte der Bausteine sind wohl nur in einzelnen Fällen möglich. Steine, welche ein gleichförmiges Korn haben, und aus einer und derselben ziemlich reinen Mineralmasse, z. B. Quarz, Feldspath, kohlensaurem Kalk, Bitterkalk, schwefelsauren Kalk, Hornblende, Talk u. s. w. bestehen, lassen sich in Hinsicht auf Härte mineralogisch genau bestimmen. Allein wie oft wird eine Felsmasse im Großen ungleichförmig, wie viel hängt nicht von Einmengungen ab, und wie läßt sich die Härte bei Gemengen genau bestimmen, die sich durch so große Veränderlichkeit auszeichnen! Man muß sich daher mit einigen allgemeinen Bestimmungen über die Härtegrade der gebräuchlichsten Felsarten begnügen, so wie selbe sich aus den mineralogischen Angaben ableiten lassen.

Diesen zur Folge sind die Härtegrade für:

Quarze und quarzige Gemenge . . .	= 7
Feldspathgestein, Trachyt ꝛc.	= 6
Hornblendegestein	= 5,5
Augitgestein, Basalt ꝛc.	= 5,5
Dolomit	= 3,5
Dichte Kalksteine	= 3
Gyps	= 1—2

Serpentingestein . . . . = 2,5
Talkschiefer . . . . = 1—2
Thonschiefer . . . . = 1—2
Sehr poröse Gesteine, Lava ꝛc. . . . = 3,5.

Das, was man Korn des Steines nennt, worunter im Allgemeinen dessen Struktur, d. i. der eigenthümliche Zusammenhang seiner Theile zu verstehen ist, muß bei der Wahl der Bausteine auch berücksichtigt werden, indem die Struktur vielen Einfluß auf das Verhalten unter mancherlei Umständen hat. Der Stein kann eine dichte Masse ohne merkliche Absonderung der Theile, oder er kann eine krystallinisch körnige, fasrige, stänglige, oder blättrige Bildung haben, oder wirklich krystallisirt, oder er kann im Großen geschichtet, schiefrig u. s. w. seyn. Man liebt dichte Steinmassen, weil selbe Dauer und Festigkeit versprechen. Auch krystallinische Bildungen sind gewöhnlich noch anwendbar, besonders fein krystallinische z. B. der fein oder kleinkörnige Granit, und Kalkstein.

12.

Die Dichtigkeit der Masse und Feinheit des Kornes hat nebst der Härte noch auf eine andere wichtige Eigenschaft der Bausteine Einfluß, nämlich auf ihre Politurfähigkeit. Nur Steine von solcher Beschaffenheit werden durch die Mittel, deren man sich zur Steinpolitur bedient, eine vollkommen glatte und glänzende Oberfläche annehmen. Solche politurfähige Steine schätzt man daher besonders, weil man selbe zu vielen Bauzwecken nöthig hat, z. B. zu Säulenstücken, auch Pflasterstücken in Sälen und Kirchen, Wandausschmückung, Monumenten, u. s. w.

13.

Das Gewicht der Bausteine ist für die Praktik von großer Wichtigkeit. Es gibt darunter manche, die sich durch ein außerordentliches spezifisches Gewicht auszeichnen, und dagegen andere, die spezifisch sehr leicht sind, unter jenen z. B. Basalt, unter diesen

die Laven. Sehr schwere Steine eignen sich aber vorzugsweise nur zu gewissen Zwecken, z. B. zu starken dicken Grundmauern, u. dgl. Leichte hat man gerne zum Gewölbebau für gewisse Gewölbe. Ueberhaupt muß der Baumeister das absolute Gewicht, oder die Größe des Druckes in Anschlag zu bringen wissen, welche Steine durch ihr natürliches Gewicht verursachen. Es ist daher nützlich, dieses aus der Praktik vergleichungsweise zu kennen, daher für diesen Zweck die folgende tabellarische Uebersicht dienen mag.

Spezifisches und absolutes Gewicht einiger Steinarten, das letztere auf einen Kubikfuß bezogen.

Steinarten.	Spezifisches Gewicht.	1 Kubikf. bayerisches Maaß. Kleinst. Gew.	Größt. Gew.	Mittl. Gew.	1 Kubikf. preussisches Maaß. Kleinst. Gew.	Größt. Gew.	Mittl. Gew.
Granit . .	2,539—3,063	112,732	135,998	124,365	170,113	205,221	187,667
Gneis . .	2,394—2,500	106,294	111,000	108,647	160,398	167,500	163,994
Syenit . .	2,515—3,030	111,666	134,532	123,099	168,505	203,010	185,757
Granulit .	2,576—2,668	172,732	135,998	124,365	170,113	205,221	187,667
Hornblendschiefer	2,909—3,153	128,849	139,993	134,421	194,434	212,251	203,342
Talkschiefer .	2,768—3,020	122,899	134,088	128,493	185,456	202,340	193,898
Thonschiefer .	2,670—3,500	118,548	155,400	136,974	178,890	234,500	206,695
Porphyr . .	2,395—2,793	105,338	124,009	114,673	160,465	187,131	173,798
Basalt . .	2,014—3,310	89,422	146,964	118,193	134,938	221,770	178,354
Serpentin .	2,560—2,894	113,158	128,494	121,079	171,520	193,898	182,709
Quarz . .	2,486—2,763	110,374	122,677	116,525	166,562	185,121	175,841
Kieselschiefer	2,596—2,860	115,262	126,984	121,123	173,932	191,620	182,776
Jaspis, gemeiner	2,580—2,700	114,552	119,880	117,216	172,860	180,900	176,880
Sandstein, bunt.	1,933—2,699	95,506	97,502	95,504	141,102	144,117	142,609
Quadersandstein.	2,046	85,825	119,836	102,830	129,511	180,833	155,172
Marmor, karrar.	2,717—2,763	120,635	122,677	121,656	182,039	185,121	183,580
Kalkstein, dichter.	2,396—2,700	106,382	119,880	113,131	160,532	180,900	170,716
Dolomit . .	2,800—2,950	124,320	130,980	127,650	187,600	197,650	192,615
Gyps, dichter	1,872—2,964	83,117	131,602	107,359	125,424	198,588	162,006
Alabaster .	2,611—2,876	115,928	127,694	121,811	174,937	182,692	357,629
Lava . . .	2,348—2,880	104,251	127,872	116,936	157,316	192,960	175,138
Bimsstein .	0,914	40,582	40,582	40,582	60,324	60,324	60,324
Phonolit . .	2,512—2,700	111,533	119,880	115,706	168,304	180,900	174,602
Asphalt . .	1,104	44,400	51,504	47,952	67,000	77,720	72,360
Puzzolane .	2,510—2,800	111,444	124,320	117,882	168,170	187,600	177,386

Die Farbe ist zwar in Hinsicht auf die Brauchbarkeit der Steine nur eine untergeordnete Eigenschaft, aber doch bei ihrer Auswahl besonders in einigen Fällen in Anschlag zu bringen, indem durch sie das schöne Ansehen von Bauwerken erhöhet wird. Man kann dunkel aussehende Gesteine oft nicht wählen, sondern zieht meist hellfarbige vor, und unter diesen wieder solche, welche einfarbig weiß, roth, grün oder grau sind, nicht unangenehm fleckig oder streifig, und von buntfärbigen jene, welche schön marmorirt, geadert u. dgl. sind, wie den bunten Marmor, den Granit, manchen Syenit u. s. w. Auf einzelne Flecken, Streifen u. dgl. die in einer sonst einfarbigen Steinmasse sichtbar sind, hat man aufmerksam zu seyn, ob dieselben nicht Anfänge von Verwitterung oder Folge von Oxydationen sind, die weiter um sich greifen können. Auch soll man überzeugt seyn, daß der Stein die Farbe, die er nach frischem Bruche zeigt, nicht allmählig an der Luft verliert. Manchmal ist er geneigt, Feuchtigkeit an sich zu ziehen, und es erzeugen sich dann gerne auf seiner Oberfläche farbige Flechten, die ihn nach und nach verdunkeln und ihm seine Farbe rauben.

Wenn in einem sonst gleichartigen Steine Adern oder Streifen vorkommen, welche von eingemengten fremdartigen Substanzen herrühren, muß man in Hinsicht auf dessen Verwendung vorsichtig seyn; denn es kann geschehen, daß sich solche fremdartige Substanzen von der Masse trennen, und ein Zerbrechen derselben veranlassen, was besonders bei Gewölbsteinen nachtheilig sein würde.

II. Von der Gewinnung der Bausteine aus den Brüchen.

1.

Man gewinnt die meisten Bausteine durch Sprengarbeiten, welche verschieden sind, je nach der Härte und übrigen Beschaffen-

heit des Gesteins, und nach der Absicht, Gestein=Stücke blos in unregelmässigen Massen los zu trennen, oder selbe in bestimmten Formen und Größen zu erhalten. Für den ersten Fall bedient man sich gewöhnlich blos des Pulvers als Sprengmittels. Das Verfahren hiebei ist ganz einfach. Man bohrt nämlich an angemessenen Stellen Löcher von einer gewissen Tiefe in die Felsmasse, füllt dieselben mit Pulver, oder einer Patrone, und bringt darauf in den noch übrigen Raum der Bohröffnung einen Körper, welcher das Pulver bei der Entzündung nöthigt, seine sprengende Kraft seitwärts auf die Gesteinsmasse zu äussern, von der es umgeben wird, und welchen man Besatz nennt, wobei zugleich auf ein Mittel Bedacht genommen wird, das Pulver von außen her, und ohne Gefahr der Arbeiter zu entzünden. Zum Bohren der Oeffnung, in welche dasselbe kömmt, bedient man sich der Bergbohrer. Diese sind cylindrisch runde Eisenstangen von verschiedener Stärke, Länge, und mit verschiedener Schneide, je nachdem man selbe bei der Arbeit gebraucht, und das Gestein an Härte verschieden ist. Man bohrt nämlich eine Oeffnung nicht mit demselben Bohrer, sondern hat einen Anfang=, Mittel= und Abbohrer, wovon der erste nur eine Länge von 10—12 Zoll, der letzte 22—28 Zoll hat. Auch bohrt man die Löcher ungleich tief. Die Schneide oder der Kolben des Bohrers, welcher verstählt und gut gehärtet wird, ist immer etwas breiter, als die Bohrstange, am breitesten für das Bohren weichen Gesteins (für weiches Gestein etwa $1^1/_2$ Zoll Durchmesser, für hartes nur 1 Zoll). Die Form dieser Schneide ist meißelartig gerade, oder gebogen, scharf oder stumpf, nicht gebogen und stumpf für das festeste Gestein. Doch gibt es auch Bohrer mit vierschneidiger, und vierspitziger Krone, sogenannte Kronenbohrer, deren man sich aber seltener bedient. Der Arbeiter setzt den Bohrer mit der linken Hand an das Gestein, und führt, während er selben dreht, abwechselnd mit einem Handfäustel oder Eisenschlägel Schläge darauf. Die Umdrehung des Bohrers erfolgt jedesmal nur um ein Zwölftel seiner Peripherie. In einigen Fällen, wo man tiefe Löcher in hartes Gestein bohren will, sind bei der Bohrarbeit zwei Arbeiter beschäftigt,

der eine nämlich führt blos den Bohrer, der andere schlägt mit dem Fäustel darauf. Der Bohrer ist dann ein langer starker Bohrer, den man zweimännisch nennt und der Fäustel ein schwerer Handfäustel von einem Gewicht zu 7 bis 8 ℔., da der gewöhnliche nur 4—6 ℔. wiegt. Wenn hiebei das Bohrloch abwärts in den Felsen eingetrieben wird, und dieser trocken ist, so bringt man in selbes, nachdem es einige Zoll Tiefe hat, von Zeit zu Zeit etwas Wasser, um das Weichwerden der Bohrschneide und das Umherspritzen des Bohrstaubes zu verhüten. Man reinigt auch das Bohrloch von Zeit zu Zeit von dem Bohrmehl, wozu man sich eines Instrumentes bedient, das man Kratzer nennt, einer kleinen Eisenstange, welche an einem Ende eine Art von rückwärtsgebogenem Löffel, am andern ein Oehr hat, um darin einen Lappen zu befestigen, womit man die Bohröffnung auch trocknen, und vollkommen reinigen kann. Wenn dieß geschehen ist, so bringt man die Ladung mit Pulver ein, welches sich in Papier eingehüllt befindet, wenn die Oeffnung trocken ist, oder in betheerter Leinwand, wenn selbe sehr feucht, und in einer blechernen Büchse, oder in einem Säckchen, welches einen undurchdringlichen wasserdichten Ueberzug hat, wenn die Sprengung ganz unter Wasser geschieht. In der Regel wickelt man das Pulver in Papier, und soll es nie einschütten, oder einstreuen. Man stoßt die Patrone auf den Grund des Loches mit einem eisernen Stampfer, oder besser mit einem für diesen Zweck eigens bestimmten cylinderischen Holzstab. Hierauf steckt man in die Patrone seitlich des Bohrloches die Räumnadel, welche aus weichem Eisen, oder wegen geringerer Gefahr der Entzündung besser aus Kupfer besteht, am obern Ende ringförmig, und am untern konisch spitzig, und 22—24 Zoll lang ist. Sie darf nicht bis zum Grunde des Bohrloches dringen, sondern nur bis zur Hälfte des Pulvers. Hierauf füllt man den noch übrigen Theil des Bohrloches mit dem Besatze, der aus gereinigtem, und wohl zubereiteten Lehm, Ziegelmehl, Schieferstückchen oder Sand bestehen kann, wovon man die erste Lage nur locker auf die Patrone, und um die Räumnadel herum aufhäuft, dann allmählig mit dem Stampfer fester stampft. Dieser Stampfer ist ein läng-

lich cylinderisches Instrument, welches unten etwas kolbenförmig verdickt, und auf einer Seite mit einer rinnenförmigen Vertiefung oder Hohlkehle versehen ist, die zur Aufnahme der Räumnadel dient. Während der Arbeiter damit beschäftigt ist, wendet er die Nadel von Zeit zu Zeit um sich selbst, damit er sie nachher leichter herausziehen kann. Ist der Besatz ganz eingebracht, oder die Bohröffnung voll, so zieht er jene mit Sorgfalt heraus, indem er den Stampfer durch ihren ringförmigen Kopf steckt. So bleibt ein offener Zugang oder Canal in die Patrone und den Besatz. Die Manier, die Entzündung des Pulvers zu bewirken ist verschieden. Häufig bedient man sich eines Strohhalms, den man mit feinem Pulver füllt, und welcher unterhalb eines Halmringes abgeschnitten, nur eine offne Mündung hat. Man bringt denselben in den obern Theil des offenen Kanals, den die Räumnadel zurückgelassen hat, mit dem geschlossenen Ende nach unten, und befestigt ihn mit etwas Lehm. An seine Mündung fügt man hierauf einen Schwefelfaden, den der Arbeiter am entgegensetzten Ende anzündet, und sich dann in Sicherheit begiebt.

Bei diesen Vorrichtungen kömmt sehr Vieles auf die Stellen, wo die Bohrlöcher gemacht werden, auf die Tiefe derselben, und auf die Menge und Beschaffenheit des Pulvers an, welches man zum Sprengen verwendet. Es muß ein kundiger Bergmann sich hierin zu helfen wissen. Im Allgemeinen gilt als Regel, daß bei Schießarbeiten eine oder zwei Seiten des Felsens frei seyn sollen. Die Spaltung oder der Bruch, den das Pulver verursacht, erfolgt im Allgemeinen an der nächsten freien Wand des Felsens, in der Richtung der Axe des Bohrloches, daher diese der Wand ungefähr parallel seyn muß.

Die Minenarbeiter wissen auch die natürlichen Schichtenspaltungen, oder andere Zerklüftungen der Felsen zu benützen, indem sie z. B. bei geschichteten Steinmassen die Bohrlöcher so anbringen, daß deren Axen parallel den Schichten sind, weil sie wissen, daß solche Gesteine dann am leichtesten unter einer den Flächen vertikalen Richtung springen. Die Größe und Tiefe der Bohrlöcher richtet sich vorzüglich nach der Härte der Felsen, und eben so ist

die Quantität des Pulvers darnach zu berechnen. Man nimmt an, daß die Quantität des Pulvers in einem gewissen Verhältnisse zur Tiefe des Bohrloches, z. B. zu einem Drittel, oder Viertel seyn soll. Diese Regel gilt aber auch nur mit Rücksicht auf die Natur des Felsens, auf die Lage des Bohrlochs in Ansehung der freien Wände, und den Durchmesser des letzten. Es ist empfohlen worden, für einen Felsen, von welchem man gleichen Widerstand nach allen Seiten voraussetzen kann z. B. bei unzerklüftetem Granit, die Pulverladungen proportional zu setzen den Kubikzahlen der kürzesten Entfernungen des Bohrloches von den freien Wänden des Felsens.

Die Beschaffenheit des Pulvers selbst hat großen Einfluß auf diese Sprengarbeiten. Man hält dafür, daß das Pulver nicht zu stark sein soll, weil es sonst leicht die abgerissenen Stücke fortschleudert. Das Grubenpulver wird daher so schwach wie möglich gemacht, auf 68 Th. Salpeter, 15 Th. Kohle, und 20 Th. Schwefel.

Sonst muß solches Pulver gut, d. i. trocken, hart, glattkörnig und nicht staubig seyn. Die Meinung, daß die Sprengkraft des Pulvers durch eine Mengung mit Holzsägespänen, oder andern trocknen pulverartigen Substanzen *) um ein Bedeutendes erhöht werde, oder wenigst ein solches Gemenge die nämliche Wirkung hervorbringe, wie eine gleiche Quantität reinen Pulvers, und mithin an diesem sehr erspart werden könne, hat sich den gemachten Erfahrungen zufolge nicht bestättigt. Die Erfolge in dieser Hinsicht sind nicht größer als sie mit dem Quantum des reinen Pulvers seyn würden, welches das Gemeng enthält, ja oft so gar noch geringer, und es wird die Sprengarbeit mit solchen Gemengen selbst durch die Entwicklung von Rauch und Dämpfen erschwert. Auch ist es eine bloße Einbildung, daß man an Pulver ersparen könne, wenn man statt dem Besatze mit Lehm, einen Besatz mit Sand wählen würde, vielmehr sollte ein solcher Besatz nur in dem Falle genommen werden, wo man sehr viele Mühe hat, sich thonige Erde zu verschaf-

---

*) Kolophoniumpulver, Lycopodium-Mehl, Hornspähnen, ungelöschten Kalk.

fen. Endlich scheint ein freier Raum für Luft zwischen der Patrone und deren Besatz eher schädlich als nützlich.

Sprengarbeiten im Großen erfordern übrigens, um mit gehörigem Erfolge ausgeführt zu werden, eigne Vorrichtungen. Im Jahre 1843 wurde ein ungeheurer Kreidefels, der Round-Down bei Dover, durch Hülfe galvanischer Batterien mit ausgezeichnetem Erfolge gesprengt. Die Felsmasse war so groß, daß man 18,000 Ѿ. Pulver nöthig hatte, das zu ganzen Säcken in mehrere Schachte vertheilt wurde, die man im Felsen abgeteuft hatte. Nach der Berechnung wurden hiedurch auf Einmal 1,000,000 Tonnen Kreide entfernt.

Es können sich auch bei der Ladung mit Pulver leicht unglückliche Zufälle ereignen, besonders bei harten Felsen, die mit dem Stahle Funken geben. Leicht erfolgt während der Ladung eine Explosion, indem ein Funke, hervorgelockt durch Stoß oder Reibung an dem Felsen oder dem Besatze mit einem Werkzeug von Eisen oder Stahl, in das Pulver fällt, und selbes entzündet, oder es kann sich die Explosion verzögern, und der Arbeiter voreilig sich wieder in die Nähe wagen, oder auch der Schwefelfaden ungeschickt angepaßt, und zu kurz gehalten werden u. s. w. Damit durch den Besatz selbst keine Entzündung erfolgt, soll man besonders alle quarzigen Körper vermeiden. Theile von schwach gebrannten Ziegeln, und gereinigten Thon gebraucht man hiezu am liebsten, auch Gyps, und schwefelsauren quarzfreien Baryt. Für quarzige Felsen bereitet man den Thon durch Kneten vor, und formt ihn in Würste. Der Gebrauch von eisernen Räumnadeln ist besonders gefährlich, wegen der Härte des Eisens. Es entsteht durch sie leicht eine Entzündung, entweder durch Reibung an den Wänden des Bohrloches, oder indem man die Nadel innerhalb des Besatzes um sich selbst dreht, oder in dem Momente des Herausziehens. Man vermeidet diese Gefahr durch den Gebrauch einer kupfernen Räumnadel, oder weil diese zu weich ist, durch eine Legirung von Kupfer und Zinn, welche härter ist. Auch kann die Nadel ganz von Kupfer, und der obere Ring von Eisen angeschweißt, oder angelöthet seyn. Ehemals machte man den untern Theil aus einer Legirung von

Kupfer und Zinn, und den obern aus weichem Eisen. Man wendet gegen den Gebrauch der kupfernen Räumnadeln auch ein, daß selbe, weil sie ihrer Weichheit wegen stärker, als eiserne gemacht werden müssen, auch einen größern Canal im Besatze zurücklassen, was die Wirkung des Pulvers schwächt. Daher hat man die Räumnadel ganz zu vermeiden gesucht, und Zündschnüre erfunden, welche in die Patrone gesteckt werden, die zugleich eben so gute Dienste in feuchten wie in trocknen Bohrlöchern, und selbst ganz unter Wasser leisten. Solche Zündschnüre (Etoupillen), sind, von Bickford erfunden, in ganz England üblich. Sie werden von bedeutender Länge gemacht, und durch Betheerung gegen Feuchtigkeit geschützt. Wenn sich der Sprenger ihrer bedienen will, so schneidet er ein Stück ab, steckt davon ein Ende in die Pulverladung, die sich für trockenen Fels in einer Hülle von steifem Papier befindet, oder in getheerter Leinwand für feuchten Grund, befestigt selbe mit einen Bindfaden daran, und zündet nach geschehener Besetzung das andere Ende an, das außerhalb dem Bohrloche ist. Die Zündröhre brennt dann langsam genug, um dem Arbeiter Zeit zur gehörigen Entfernung zu lassen. Die Entzündung der Patrone erfolgt sogar um ein Bedeutendes später, als bei der sonst gewöhnlichen Sprengarbeit, wenn die Bohrlöcher nicht gar tief sind, und dieß gewährt einen großen Vortheil. Auch bei der Sprengarbeit in großen Wassertiefen mit Hülfe der Taucherglocke leisten diese Zündröhren ebenfalls sehr gute Dienste. Die Pulverladung bringt man hiebei in einen gegen Wasser undurchdringlich gemachten Beutel, und senkt in dessen Mitte ein Ende der Zündröhre, welche 5 — 6 F. lang ist. Die Ränder des Beutels schließen vollkommen an die letztere, indem man sie mit heißem Pech tränkt oder einem Gemisch von 8 Theilen Pech, einen Theil Wachs, und einem Theil Talg, in gelinder Wärme einzeln geschmolzen. So zugerichtet kommt die Patrone in das Bohrloch, worauf dann ein Besatz von Sand, oder Bohrmehl gebracht wird. Das Ende der Zündröhre aber, welches man unter der Glocke hält, wird angezündet, dann unter dem Rande der Glocke hindurch nach Außen geschafft, worauf sich letztere auf ein gegebenes Zeichen ohngefähr 8 oder 10 Fuß weit ent-

fernt, das Feuer aber geht unter dem Wasser fort, und so zur Ladung. *)

---

*) Das Sprengen von Felsen unter dem Wasser hat oft manche Schwierigkeit. Eine wichtige, glücklich vollführte Sprengarbeit war das Sprengen des Bingerloches im Rheine. Noch vor dem Jahre 1830 war die Durchfahrt daselbst durch einen vorspringenden mächtigen Felsen so verengt, daß sich die eigentliche Fahrbahn für Schiffe nur auf 12 Fuß beschränkte, und es nur wegen der flachen Abdachung der beiden sich gegenüber stehenden Felsen möglich war, noch mit Schiffen von 20 Fuß durchzupassiren. Die Geschwindigkeit des Fahrwassers daselbst war so groß, daß man für eine Sekunde 11 F. rechnen konnte. Jetzt ist diese Durchfahrt durch Sprengen der Felsen bis auf 120 F. erweitert. Man hatte hiebei mehreren großen Schwierigkeiten zu begegnen. Zuerst suchte man durch eine Stauvorrichtung der heftigen Strömung entgegen zu wirken, oder stilles Wasser zu erzeugen. Unter dem Schutze derselben verrichtete man auf einem angehängten Floße die nöthigen Arbeiten, wobei aber zugleich Alles so geordnet wurde, um sich nach dem verschiedenen Stande des Wassers ungehindert richten zu können, und mit aller Zurichtung abgefahren werden konnte, wenn der Wasserstand die Fortsetzung der Arbeit nicht mehr erlaubte. Die Stellen, wo am zweckmäßigsten Bohrlöcher anzubringen waren, wurden durch ein Seherohr ermittelt, welches aus einer 6 Fuß langen Blechröhre bestand, unten in einem Ringe mit einem starken Glase versehen, welches durch einen vorspringenden Rand, und einem Kreuze von Eisendraht über demselben geschützt war. Es konnte durch 2 Handhaben, und durch besondere Leitstangen regiert werden. Zum Bohren bediente man sich schwerer zweischneidiger Kronenbohrer, welche auf gewöhnliche Weise gehandhabt wurden, indem man sie mit 6—8 Pf. schweren Handfäusteln antrieb, deren langer Stiel von den Arbeitern mit beiden Händen angefaßt wurde. Sie wurden ohngefähr 1 F. tiefer in den Fels gemacht, als die Fahrbahn betrug, und im Mittel 3 F. tief. Sobald ein Bohrloch fertig war, steckte man in selbes eine blecherne Hülse, und an diese einen Zapfen von zähem Holze, von einer Länge, daß er noch über das Wasser emporragte. Dieß war nothwendig, damit sich das Bohrloch nicht wieder mit Sand füllen konnte. Brach ein solcher Zapfen unter dem Wasser ab, so hatte man ein eigenes Zugeisen zum Herausziehen desselben. Nach Vollendung der Bohrlöcher brachte man die Ladung ein, welche in einer Pulver-Büchse von Blech, $\frac{2}{3}$ Zoll weit, bestund, die unten zum

Die Sprengarbeiten mit Flammenfeuer, als die ältesten, sind noch in einigen Gegenden üblich, wo es der geringere Preis des Holzes zuläßt, und Felsen von außerordentlicher Härte gesprengt werden müssen, die eine große Arbeit mit Pulver nöthig machen würden, z. B. in den Minen von Felsobanja in Ungarn, in Sachsen zu Altenburg, am Rammelsberg, bei Goslar im Harz, u. s. w. Die Wirkung des Feuers hebt den Zusammenhang der Felsmassen auf, und spaltet sie leichter oder langsamer nach den Graden ihrer Elastizität, besonders der Gegenwart von Wasser oder andern zu verflüchtigenden Substanzen, die sie in ihren Klüften und Poren enthalten. Die durch Wirkung der Wärme losgetrennten Parthien sind dann leicht mit Hülfe der Steinhaue abzulösen, oder sie stürzen durch ihr eignes Gewicht. Zu Felsobanja bedient man sich zu diesem Zweck eines Eisenrostes, er wird von oben und an den Seiten mit Eisenplatten bedeckt 25 Zoll lang, 14 Zoll breit gegen die Seite, mit welcher man ihn gegen den Felsen richtet, 23 Zoll breit auf der entgegengesetzten Seite, und auf 4 Füßen ruhend, wovon die vordern 6, die hintern 15 Zoll hoch

---

Einbringen des Pulvers offen, aber mit einem Deckel verschließbar war, dessen Rand man in selbe schob. Diese Büchse kam in eine andere, genau über sie passende Blechröhre und an letztere wurde noch eine dritte Röhre aus doppeltem Blech, $2\frac{1}{2}$ — 3 F. lang, befestigt. Durch die erstere dieser Röhren gieng eine Zündschnur, an welche noch eine Feuerleitung, aus Papierhülsen verfertigt, die ebenfalls eine Zündschnur enthielt, von einer Länge angefügt war, daß sie noch über das äußerste Blechrohr ging. Nach Vollendung dieser Vorrichtung wurde die Pulverbüchse gefüllt, mit der Leitung in die äussere Blechröhre eingeschoben, dann die gesammte Ladung in das Bohrloch eingesenkt, indem man den hölzernen Zapfen herauszog, und nachdem selbe bis auf den Grund der Bohröffnung gelangt war, auch die eiserne Hülse entfernte, worauf man noch den Raum zwischen der Blechröhre, und den Wänden des Bohrloches mit Sand ausschüttete. So konnte dann durch Anzünden des über dem Wasser befindlichen Zündrohres die Sprengung unter dem Wasser vollführt werden. Man mußte zu Entfernung der sämmtlichen Felsmasse 362 Bohrlöcher machen. Zum Sprengen derselben hatte man $2\frac{1}{2}$ Zt. Pulver nöthig.

sind. Nachdem man selben gegen den Theil des Felsens, den man sprengen will, mit der breiten Seite gestellt, und unter demselben das Holz vorgerichtet hat, beginnt das Feuer. Die Flamme wird durch den Luftzug gegen den Felsen getrieben, während der Rauch und die heiße Luft nach oben entweichen. Die Arbeiter sind mit einer Gabel und einem Hacken an langen Stielen versehen, um das Feuer zurückzuziehen, oder Holz unter den Rost zu schieben, wobei sie sich in einer gewissen Ferne halten können. Der Felsen wird aber so auf keine größere Breite als ohngefähr $2^1/_2$ F. und einige Zoll tief gesprengt. Man rückt daher den Rost, nachdem der abgesprengte Theil vollends abgelöst ist, weiter vor, und wiederholt die Arbeit. Um einen gangartigen Einbruch, welchen man sich auf diese Weise durch wechselndes Feuersetzen, und Wegarbeiten des gerösteten Gesteins bereitet, noch mehr zu erweitern, errichtet man auf einer Seite des Einbruchs einen Scheiterhaufen von schief sich kreuzenden Scheitern, welchen man nach oben schräg zulaufen läßt, und mit schief geneigten Scheitern zudeckt. Wird dieser Haufe angezündet, so arbeitet das Feuer gegen die Seitenwand des Felsens, woran er angebracht ist. Um auf gleiche Weise die andere Wand zu erweitern, errichtet man daselbst gleichfalls einen solchen Scheiterhaufen. Damit aber der Einbruch nach dem Firste des Ganges auch weiter wird, macht man unter selben einen Holzstoß, und bildet diesen aus Scheitern, die man kreuzweis unter einem rechten Winkel übereinander legt, und oben unbedeckt läßt, wodurch geschieht, daß die Flamme nicht gegen die Seite, sondern nach dem Firste geht. Man kann diese Sprengarbeit noch mehr ausdehnen, indem man die Holzstöße, sobald das Feuer den First nicht mehr erreicht, auf ein Mauerwerk setzt, welches man aus den schon abgelösten Steinen errichtet. Hat man damit eine Höhe von 12—15 F. erreicht, so bildet man ein 6 F. hohes Gerüst von Holz, welches man mit Brettern deckt, und darauf wieder eine 2—3 F. hohe Lage von Steinen anbringt, auf selbe aber wieder einen Holzstoß u. s. w.

5.

Die Gewinnung von kleinen und größern Steinblöcken, so wie auch das Sprengen großer Findlings- oder Lesesteine in Stücke von annähernd regelmäßiger Form, und gewisser Größe, so wie die großen Bausteine zu Quadern, Säulen u. dgl. erhalten werden, geschieht in offnen Steinbrüchen (beim Tagebau), oder in unterirdischen Steinbrüchen größtentheils durch gewisse Handarbeiten, welche die Bergleute mit Hülfe verschiedener Werkzeuge verrichten.

Das Erste, was in solchen Fällen nöthig ist, besteht beim Tagebau gewöhnlich in einer gehörigen Entblößung der ohngefähren Felsenstrecke, die man bearbeiten will, oder Abräumung von den oberflächlichen Erdschichten, die selbe noch bedecken, und Beseitigung des Schuttes, daß derselbe nicht weiter hinderlich ist, und in den Bruch wieder zurückfallen kann. Das weitere Verfahren, um von der völlig zu Tage stehenden Felsart, (Kalkstein, Sandstein, Dachschiefer ꝛc.) Baustücke zu gewinnen, oder selbe abzubauen, ist nach Localumständen höchst verschieden. Im Allgemeinen pflegt der Arbeiter an dem Felsen rinnenförmige Vertiefungen, Kerben oder sogenannte Schlitze nach den vorgezeichneten Richtungen, nach welchen eine Masse losgesprengt werden soll, mittels der Kerb- oder Schlitz-Keilhaue zu machen, einem hammerartigen Werkzeug, das in eine Spitze ausläuft, welche der Arbeiter an den Felsen ansetzt, und mit einem gewichtigen Fäustel darauf schlägt. Von diesen Schlitzen wird der erste unten an der Sohle der Wand, oder in einer gewissen Höhe derselben angebracht. Oft wird dieser Schlitz sehr tief, oder zu einem Einbruch (Schramm) erweitert, unter welchen man der Sicherheit wegen Stützen anbringt. Hierauf werden die Seitenschlitze gemacht, und in selbe eiserne Keile eingetrieben, welche wie Holzkeile gestaltet sind. Man hat solche Keile von allen Größen. Es geschieht auch häufig, daß man zuerst an die Stelle, wo sie eingetrieben werden sollen, einen sogenannten Blechsatz macht, d. h. Blechstücke einfügt, zwischen welche dann die Keile mit ihren Seitenflächen eingesteckt werden, damit beim Eintreiben derselben

der Felsen nicht zu sehr aussprengt. Wird auf diese Keile mit den Handfäusteln geschlagen, so löst sich nach und nach der Felsblock in der beabsichteten Richtung von der Wand ab. Man nennt dieses Verfahren Abgerinnen oder Abschlitzen. Es lassen sich auf diese Weise, wenn ein kreisförmiger Schlitz gemacht wird, in den man sehr viele kleine Keile eintreibt, von weichem Gesteine, z. B. Sandstein, sogar Mühlsteine in schon gerundeter Form gewinnen, und schon im Alterthume hat man sich dieser Mittel bedient, um die ungeheuern Steinblöcke, die zu manchen riesenmäßigen Bauwerken erforderlich waren, in ihrer entsprechenden Form aus den Steinbrüchen zu erhalten. Sind in einer Gesteinsmasse schon regelmäßige horizontale oder vertikale Spalten von Natur vorhanden, so werden diese benützt. Statt der eisernen Keile hat man mitunter auch hölzerne Keile gebraucht, und verwendet selbe manchmal noch, indem sie vorher wohl ausgetrocknet, dann in den Schlitz eingetrieben, und hierauf befeuchtet werden, wodurch sie aufquellen, und den Stein sprengen. Die Tiefe und Breite der Schlitze stehen im Verhältniß, und sind nach der Gesteinsart verschieden. Nach dieser richtet sich auch die Zahl der Keile. Harte Gesteine bekommen tiefe Schlitze, in welche zahlreiche Keile in geringer Entfernung eingetrieben werden müssen. Bei sehr harten Gesteinen, wie beim Granit, macht man die Schlitze mit dem Bergeisen, einem kleinen Spitzhammer, welcher eine weniger verlängerte Spitze als die Keilhaue hat; oder es wird der Schlitz auch durch kleine Bohrlöcher gebildet, und der Steinblock bisweilen durch nebeneinander angebrachte gleichzeitig erfolgende Schüsse losgesprengt.

III. Von der Zurichtung der Bauquader. *)

Die aus den Steinbrüchen noch in roher Form erhaltenen Quadersteine werden erst von den Steinhauern in den Werkstätten regelmäßig zu Bauquadern zugerichtet. Aus den Brüchen geliefert, müssen selbe eine solche Größe haben, daß jedesmal der Steinhauer ohne zu viel Zeit und Arbeit die beabsichteten Baustücke daraus herstellen kann. Man gibt aber für die zu behauenden Flächen wenigst einen Zoll zu, welcher der Arbeitszoll heißt, und daher beim Bedarf und der Bestellung von rohen Quadern immer berechnet werden muß. Die erste Arbeit, welche der Steinhauer vornimmt, besteht darin, dem zu behauenden Steine eine entsprechende Unterlage auf Rollhölzern oder Schrägen zu geben, so daß sich die Oberfläche desselben, welche am ersten bearbeitet werden soll, horizontal oder wagrecht richten läßt. Er überzeugt sich hievon durch **Visiren** oder Absehen, indem er an einer Seite des Steines das Richtscheit anlegt, und von der entgegengesetzten Seite absieht, ob der Stein nicht schief liege, oder windschief sey. Diese Vorrichtung heißt man Aufbänken. Dann beginnt die wirkliche Bearbeitung der sich darbietenden Fläche damit, daß der Arbeiter den Schlag anlegt. Er zieht nämlich an einer Seitenfläche des Steines in der erforderlichen Tiefe mittels Kohle oder Bleistift eine Linie nach dem Richtscheit, und setzt nun an dem einen Endpunkte derselben ein meißelartiges gut verstähltes Werkzeug an, das Beitzeisen genannt, welches er in der Richtung von oben nach unten und von außen nach innen mit einem schweren Eisenhammer antreibt. Durch die gerade Schneide des Instruments lösen sich in der Richtung der vorgezeichneten Linie die Steintheile so ab, daß eine ebene Bahn entsteht. Um dieselbe tiefer nach innen

---

*) Dieß ist das zweckmäßige Verfahren, wie es hier beobachtet wird. Steine können durch fehlerhafte Bearbeitung sehr leiden.

zu treiben, oder sie zu vervollständigen und zu erweitern, nimmt er dann ein anderes Werkzeug zu Hülfe, welches in eine vierkantige Spitze endet, und deßhalb Spitzeisen heißt. Es ist selbes besonders nöthig, wenn der Schlag bedeutend tief angelegt werden soll. Zur Vollendung des letztern ist aber noch ein drittes Werkzeug nothwendig, welches dem Beitzeisen gleicht, nur eine breitere Bahn hat, als dieses, und Schlageisen heißt. Es wird eben so geführt, wie das Beitzeisen. Mitunter gebraucht man bei härtern Steinen vor dem Schlageisen noch ein Werkzeug mit 6 zähniger Bahn, das Zahneisen. Während dieser Arbeit nimmt der Steinhauer öfter das Richtscheit zu Hülfe, welches er mit Röthel bestrichen an den Schlag auflegt, um zu sehen, an welchen Stellen noch eine Nachhülfe erforderlich ist. Es wird diese Arbeit auch Bossiren genannt, und die ebne, winkelrechte Bahn, welche der Arbeiter so an den obern Kanten des Steines gewinnt, heißt nun der Schlag. Wenn derselbe an allen 4 Seiten des Steins hergestellt ist, so muß auch die Erhöhung, welche in der Mitte desselben entstanden ist, und der Posten heißt, nach und nach gleichförmig niedergearbeitet werden. Dieß geschieht wieder mit dreierlei Instrumenten, die aber verschieden sind bei Bearbeitung weicher Steine, z. B. des Sandsteins, und harter z. B. des Marmors. Für weiche Steine nimmt man zuerst ein Werkzeug zu Hülfe, welches ein an einem hölzernen Stiele befindlicher zweispitziger Hammer ist, und Zweispitze genannt wird. Durch Einhauen mit einer der Spitzen dieses Hammers in den vorragenden Posten werden die gröbsten Theile desselben weggenommen, worauf der Arbeiter sich eines andern hammerartigen Werkzeuges bedient, des sogenannten Krönels, der zwei breite, vielgezähnte Bahnen hat. Zur Vollendung der Arbeit dient hierauf das Schariereisen, welches mit einem Fäustel angetrieben wird, und eine sehr breite meißelartige Schneide hat. Bei harten Steinen bedient man sich zu gleichem Zwecke zuerst des Spitzeisens, dann des Zahnhammers, eines schweren Hammers mit breiter zahniger Bahn, jedoch minder breit, als beim Krönel, und zuletzt nimmt man den Stockhammer zu

Hülfe, welcher eine viereckig flache Bahn hat, auf der sich kurze, starke, etwas stumpfe Zähne in Reihen befinden. Indem anfangs ein größerer, dann ein kleinerer Stockhammer genommen wird, lösen sich durch dessen Zähne allmählig immer kleinere Steintheile von der Oberfläche des Quaders ab, und diese gleicht sich zuletzt dadurch so aus, daß sie ein mehr oder minder feinkörniges Ansehen bekommt. Bei weichen Steinen würden diese Schläge mit dem Stockhammer nachtheilig auf den Zusammenhang des Steines wirken, sich auch so viele Steintheile auf einmal ablösen, und in den Zwischenräumen der Zähne des Hammers festsetzen, daß dieser bald unwirksam gemacht würde. Für harte Steine kann aber der Stockhammer keinen Nachtheil haben.

Sind auf diese Weise alle Flächen eines Steines bearbeitet, so kann derselbe auch geschliffen und polirt werden. Zum Abschleifen bedient man sich gewöhnlich eines anfangs gröbern, dann feinern Sandsteines. Wenn der Stein dadurch so eben geworden ist, daß man keine bedeutende Rauheit mehr fühlt, so wird derselbe, nachdem man ihn vom Schliffe gereinigt hat, mit glühenden Kohlen, die sich auf einem kleinen tragbaren, oder Handroste befinden, stellenweise erwärmt, und die erwärmte Stelle jedesmal mit dem sogenannten Steinkitt, einem Gemenge von Colophonium und Terpentin, überfahren. Dieser Kitt wird dadurch weich und dringt in die kleinsten Poren der Steinoberfläche ein, welche beim fleißigsten Abschleifen sowohl bei sehr harten, als weichen Steinen stets zurückbleiben. Wenn man hierauf den Stein noch fleißig mit einem Stück Bimsstein abreibt, so bekommt er nach und nach Glanz, und die schönste bleibende Politur.

IV. Von der Anwendung des Lehms.

---

1. Von den Lehmsteinen.

a) Gewinnung und Vorbereitung des Lehms zur Ziegelfabrikation.

1.

Die Gewinnung des Lehms von seiner Lagerstätte hat in den meisten Fällen keine oder nur geringe Schwierigkeiten. Häufig

ist derselbe unmittelbar unter der Dammerde, und zwischen Sandlagen in den Niederungen, und auf ganz flachem Boden verbreitet, so daß nur die obere, lockere, nicht gar hohe Gras- und Erddecke, der Abraum, abgehoben und dieselbe ausgestochen werden darf. Um regelmäßig bis zur Tiefe eines Lehmlagers zu dringen, hebt man den Lehm nach und nach terrassenmäßig ab, indem man horizontale Bänke (zu 2 und 3 Fuß Höhe) bildet, und den abgegrabenen Theil seitwärts in Haufen aufführt. Die oberste Schichte unter der Grasdecke ist noch sehr unrein, und oft fängt derselbe erst in einer Tiefe von 3—4 F. an, völlig brauchbar zu werden. Ist die Lehmgrube bis zu einer gewissen Tiefe eröffnet, so kommen gewöhnlich auch wieder Sandlagen, und der Lehm wird neuerdings unbrauchbar; auch dringt oft Wasser vor, welches ausgepumpt werden muß. Bei Eröffnung von tiefen und weitläufigen Gruben hat man durch geeignete Vorkehrungen dafür zu sorgen, daß die Grube nicht einstürzt. Solche offne auf freiem Felde befindliche Gruben pflegt man, wenn sie ausgebeutet sind, wieder mit Schutt und Straßenerde, u. dgl. zu füllen. Bergmännisch werden große Massen Lehms abgeräumt, indem man eine Lehmwand senkrecht abbaut, und dann längs der Fläche derselben einen horizontalen Einbruch mit der Keilhaue in der Art bildet, daß der Lehm überhängend wird, wobei die Höhe der senkrechten Wand, und die Tiefe dieses Einbruchs nach dem Grade der Festigkeit der Erde sich richten muß, damit kein zu früher Einsturz derselben erfolgt. Zur Vorsicht werden auch Stützen von Holz oder Stein angebracht, oder in gewissen Abständen kleine Pfeiler von Erde stehen gelassen, damit die Arbeiter unter der Böschung Schutz finden. Man treibt dann auf der Oberfläche des Lehms, parallel mit der Vorderwand eine Reihe von eisernen oder hölzernen, mit Eisen beschlagenen Keilen ein. Es ereignen sich dabei unglückliche Zufälle, wenn die Arbeiter die Lehmwand in zu großer Höhe senkrecht abbauen, oder den horizontalen Einbruch zu weit machen.

2.

In seinem rohen Zustande besitzt aber der Lehm nicht alle Eigenschaften, welche für den Zweck der Ziegelfabrikation nöthig

sind. Er ist nicht plastisch oder bildsam genug, häufig zu sehr verunreinigt mit groben fremdartigen Theilen, die sich mit seiner bildsamen Masse nicht wohl vereinigen, auch mit solchen Körpern, welche durch Veränderungen an der Luft oder im Feuer die Ziegel verderben. Auch kann ein Hauptfehler des zur Ziegelfabrikation dienlichen Lehms darin bestehen, daß er entweder zu m a g e r oder zu f e t t ist.

Zu wenig bildsam oder formbar ist der Lehm durch natürliche Trockenheit, grobartige Beschaffenheit, und Ungleichheit der Masse, auch durch viele Beimengungen von Steinen, groben Sandtheilen, Wurzeln u. dgl. Häufig enthält er fremdartige mineralische Stoffe, darunter sehr gewöhnlich Eisenoxyd, dann auch öfter Schwefelkies in größern und kleinern knollenförmigen Parthieen, kohlensauren Kalk oft in ganzen Stücken 2c. Die Gegenwart von Eisenoxyd verursacht eine rothe Färbung des Lehms beim Brennen, schadet aber der Güte der Ziegel nicht. Die Gegenwart von Schwefelkies kann aber sehr nachtheilige Folgen haben. Der Schwefelkies ist nämlich oft sehr verwitterungsfähig, und zersetzt sich leicht durch den Einfluß des Sauerstoffes der Luft. Da er hiebei bedeutend an Volumen zunimmt, so sprengt er die Theile des Ziegels, in denen er eingeschlossen ist. Der kohlensaure Kalk schadet, wenn er parthieenweise in größern Stücken im Lehm ist, auf ähnliche Weise bei den Ziegeln, welche gebrannt werden, indem er sich durch das Feuer in Aetzkalk verwandelt, mit Wasser löscht, dabei aufschwillt und den Ziegel sprengt. Gleichmäßig durch den Lehm vertheilt, schadet er nicht; denn die Erfahrung lehrt, daß oft sehr gute Ziegel aus mergelartigem Lehm gemacht werden. Zu den gewöhnlichen Beimengungen des Lehms gehören auch Pflanzenreste, Stengel, Blätter u. s. w. Diese Beimengungen haben noch den besondern Nachtheil zur Folge, daß sie in Kohle verwandelt zur Minderung der Härte und Festigkeit gebrannter Steine beitragen, daher man sie gerne so viel als mögliche entfernt. — Feine Sandtheile, dem Lehm gleichförmig beigemengt, schaden seiner Güte nicht, wenn

selbe nicht in solcher Menge vorhanden sind, daß derselbe zu mager wird, was man praktisch daran zu erkennen pflegt, daß er auch in angefeuchtetem Zustande nicht mehr klebrig ist, sich nicht leicht glatt streichen läßt, nicht viele Feuchtigkeit aufnimmt, beim Drucke mit der Hand sich nicht geschmeidig zeigt, und nicht leicht zusammen zu ballen ist, sondern vielmehr gerne aufreißt, und bröcklig wird. Solcher zu magerer Thon gibt nie eine hinlänglich geschmeidige, kompakte und feste Masse. Ein Fehler des Lehms ist aber auch zu große Fettigkeit. Sehr fetter Lehm verhält sich beim Trocknen und Brennen wie überhaupt der plastische Thon der Töpfer. Die Lehmsteine, welche daraus geformt werden, ziehen sich durch den Verlurst der vielen Feuchtigkeit, die sie enthalten, schon beim Trocknen an der Luft stark zusammen, und krümmen sich hiebei oder reissen auch häufig. Sehr fetter Lehm ist auch wegen seiner klebrigen Beschaffenheit etwas schwierig in den Formen zu bearbeiten, und fordert viel von dem feinen Sande, wodurch man das Ankleben an die Formrahm und Formbretter verhütet.

3.

Der Mangel an hinreichender und gleichförmiger Bildsamkeit kömmt jedem frisch gegrabenen Lehme zu, daher derselbe stets vor dem Ziegelformen einer gewissen Bearbeitung unterworfen werden muß. Diese Bearbeitung ist weitläufiger und sorgfältiger, oder einfacher, je nach dem Grade der natürlichen Reinheit des rohen Materials, oder den zu verfertigenden Ziegeln. Eine sehr gute Vorbereitung für diesen Zweck besteht darin, daß man den bereits im Herbste gegrabenen oder ausgestochenen Lehm in Haufen aufgebreitet und befeuchtet den Winter hindurch ausfrieren läßt, indem die gesammte Masse durch das Gefrieren der Wassertheile bedeutend aufgelockert wird, und eben dadurch weit empfänglicher für die nachfolgende Durchnässung und Bearbeitung. Wenn man besondere Sorgfalt auf die Vorbereitung des Lehms verwenden will, so ist es auch gut, denselben vorher in eine wasserdichte, mit Bohlen ausgeschlagene, oder ausgemauerte Grube in der noch war=

men Jahreszeit zu bringen, und daselbst mit Wasser so zu übergießen, daß dieses stets ein paar Zoll hoch über seiner Oberfläche steht, etwa von der Hälfte der ganzen Lehmmasse. Man läßt so diesen einige Tage einweichen, und nennt dieß Einsumpfen.

Verarbeitet man sonst guten, und schon ziemlich reinen Lehm, so ist nach gehöriger Befeuchtung ein sorgfältiges Durchstechen und Schlagen der Lehmmasse, und eine Theilung, dann wieder erfolgende Zusammenarbeitung derselben mit Hülfe der Haue und Schaufel schon hinreichend. Wenn aber der Lehm diese Beschaffenheit nicht hat, so ist man genöthigt, ihn durchzutretten, und auch wohl durch eigne Schlämmvorrichtungen zu schlämmen. Das Durchtretten desselben geschieht regelmäßig auf eigenen neben den Ziegeleien befindlichen viereckigen Trettplätzen, welche von verschiedenem Umfang, etwa 8 F. lang, und eben so breit zu sein pflegen, und gegen $1^1/_2$ F. von der Sohle vertieft, mit Brettern gedielt, und einem Geländer oder einer Umfassungswand umgeben sind. Auf diese Plätze, deren mehrere in einer Ziegelei vorhanden sein können, wird der zu bearbeitende Lehm 8 — 12 Zoll hoch aufgetragen, und von Arbeitsleuten nach allen Richtungen durchgetretten, indem diese, an hohen Stangen sich haltend, in kurzen Schritten sich in gerader Richtung vor dann wieder rückwärts, hierauf in derselben Weise quer, und so nach und nach den Boden in allen Theilen kreuzend, sich bewegen. Dieses Tretten wird, nachdem der Lehm umgestochen worden ist, ein oder ein paarmal erneuert, je nachdem derselbe unbildsamer und unreiner ist. Es wird während dem öfter Wasser mit einer Gießkanne zugegossen, und die Arbeitsleute haben hiebei auch auf die zum Vorschein kommenden Steine, Wurzeln u. dgl. zu sehen, welche sie mit den Händen auslesen und beseitigen müssen. Durch diese Arbeit wird daher offenbar der Lehm gleichförmig durchnäßt, feiner und bildsamer, so wie auch von den gröbsten Theilen gereinigt. Der noch nicht durchgetrettene Lehm gibt schon durch sein ungleichförmig aderiges, streifiges Ansehen, theilweise Härte und Bröcklichkeit seine Ungleichförmigkeit und den Mangel an Bildsamkeit oder Formbarkeit zu erkennen.

4.

Diese Bearbeitung des Lehms genügt aber vorzüglich für den Fall nicht, wenn man eine feine Masse zur Formung besonderer Arten von Ziegeln nothwendig hat, welche sich durch äußerliches schönes Ansehen auszeichnen sollen, ihre Gestalt durch die Schablone und den Schnitt, u. s. w. bekommen, und sorgfältiger gebrannt werden, als die gewöhnlichen Mauerziegel. Die gewöhnliche Lehmmasse würde schon deßwegen für solche Ziegel nicht taugen, weil selbe beim Brennen leichter bersten oder springen. Um den Lehm daher für diesen Zweck tauglich zu machen, muß derselbe einer Schlämmung unterworfen werden, d. h. man erweicht ihn in einer überwiegenden Menge Wassers, und führt ihn in dieser Verdünnung einen Weg, auf welchem er seine gröberen nicht aufweichbaren Theile allmählig absetzt, worauf man das überflüssige Wasser in sogenannten Sümpfen wieder verdampfen läßt. Man kann den Lehm auf ganz einfache Weise schlämmen, indem man ihn in große wasserdichte Gruben bringt, daselbst mit Wasser bis zum Flüssigwerden verdünnt und fleißig umrührt, wobei sich schon im Anfange die gröbsten Sand= und Steintheile zu Boden setzen, und nur die feinen Theile schwebend im Wasser bleiben. Ist die Flüssigkeit ruhig gestanden, so läßt man sie aus der Grube auf einem etwas langen Wege, in geneigten hölzernen Rinnen abgehen, und verhindert durch feine Drahtgitter, die an der Oeffnung, durch welche der Abfluß erfolgt, angebracht werden, das Durchgehen der gröbern Theile. Man kann auch mehrere Kästen terrassenmäßig übereinander stellen, und die flüssige Masse aus den höhern in die niederern allmählig abzapfen, oder am Ende einer Rinne dieselbe in einem Reservoir sammeln, von da sie durch eine zweite Rinne weiter bis zu den eigentlichen Sümpfen geführt wird. Eine Schlämmvorrichtung, so wie selbe in der Ziegelfabrik zu Wusterhausen bereits im Jahre 1838 eingeführt wurde, verdient als zweckmäßig beachtet zu werden. Die Haupttheile dieser Vorrichtung sind: 1) Eine cylindrisch ausgemauerte Grube 16 F. im Durchmesser, die Umfassungswände und der Boden mit Ziegeln, letzterer 3—4 F. höher als

die Schlämmbänke, worin sich der geschlämmte Thon sammeln soll. 2) Eine Art von hölzernen Rechen, der aus drei Armen, oder Schwellen besteht, welche quer durch Riegelhölzer verbunden sind. Dieser Rechen ist in der Grube drehbar, indem sich im Mittelpunkt der letztern ein senkrecht eingerammter, nach oben in einen Zapfen endender Pfahl befindet, der jenem als Drehpunkt dient. Er ist nämlich einerseits mit dem letztern, andrerseits nach außen mit einem Zugbaume verbunden, woran ein Pferd gespannt werden kann, welches außerhalb der Grube sich bewegt. Im Durchmesser der letztern liegt unterhalb dem gemauerten Boden ein Schwellholz, in welches große, 18 Zoll lange eiserne Nägel eingefügt sind, die mit ihren Spitzen aufwärts durch den Boden hindurch ragen, und eben solche, mit ihren Spitzen nach unten gerichtete, aber den Boden nicht ganz berührende Nägel befinden sich in so bestimmten Entfernungen am untern Theil der 3 Arme des Rechens, daß jeder einzelne derselben, zwischen den feststehenden Nägeln des Bodens bei der Umkreisung des Rechens hindurch gehend, eine Peripherie beschreibt, welche von der aller übrigen verschieden ist. Damit der Bewegung des letztern kein Hinderniß entgegen steht, ist sein äußerer, an die Umfassungswand der Grube stoßender Theil mit einem kleinen Gerüste auf Rollen verbunden, dessen Rollen sich auf einer eichenen Bahn am obern Rande der Grubenwand bewegen. Man bringt den Lehm in die Grube, leitet dahin eine entsprechende Menge Wassers, und läßt dann den Rechen in Bewegung setzen. Die Zähne desselben werden dabei den aufgebreiteten Lehm so oft durchschneiden, als die Umkreisung geschieht, und diesen allmählig stark zertheilen, so daß sich bald ein dünnflüssiger Brei bildet, den man durch eine nach dem Boden der Grube befindliche, mit einem Schieber und Gitter versehene Oeffnung abfließen läßt. Er gelangt dann in eine abschüßige unterirdisch angebrachte Rinne, von da in eine zweite gepflasterte Grube, und aus dieser durch ein siebförmiges Gitter neuerdings in mehrere auseinanderlaufende Rinnen, endlich aber durch noch feinere Siebe am Ende der letztern in die Schlämmbänke, wo er stehen bleibt. *)

---

*) Es sind auch zum Durcharbeiten des Lehms Dresch- und Knetmaschinen, und andere Vorrichtungen in Vorschlag gekommen.

5.

Die erwähnten Vorbereitungen des Lehms zur Ziegelfabrikation gehören zu den allgemeinern. Seltner wird derselbe wegen zu großer Fettigkeit auch mit magern Lehm, oder mit Sand und andern harten pulverigen Substanzen *) gemengt, wobei Sorge anzuwenden ist, daß die Mengung so fleißig und gleich als möglich geschieht. Sehr magern Lehm kann man eben so durch Beimengung von fettem verbessern, indem man die Thonarten entweder in ganz feuchtem Zustande nach dem Einsumpfen, oder in trockenem Zustande nach vorhergehendem Pochen auf Pochwerken mischt. Doch ist es schwieriger, solchen magern Lehm zu verbessern. Welchen Grad der Fettigkeit aber der Lehm überhaupt haben soll, bestimmt die Erfahrung hinsichtlich des Schwindens beim Trocknen und Brennen. Das Maaß des Schwindens beträgt bei vorzüglich fettem Thon $1/_3$, und das des magern $1/_4$ vom Inhalt des gebrannten Ziegels. Man glaubt, daß beim Zusatz von Sand zum fetten Thone von jenem ein Dritttheil bis ein Viertheil erlaubt sey. Ueberhaupt soll man jeden Lehm, von dem man Gebrauch im Großen machen will, besonders in neuangelegten Ziegeleien vorher wohl prüfen. Den zur Verarbeitung tauglichen, oder garen Lehm, welcher etwa $1/_4$ seines Kubikinhaltes verloren hat, bewahrt man in zugedeckten Gruben auf.

2. Von der Verfertigung der Ziegel.

1.

Die Verfertigung aller Arten von Lehmsteinen oder Ziegeln ist größtentheils noch immer ein Gegenstand bloßer Handarbeit, indem durch selbe mit verhältnißmäßig geringen Kosten viele Tausende von Ziegeln in kurzer Zeit geliefert werden können. Die Arbeiten hiebei

*) Diese Mengung kann man in der bekannten Tonnen-Messer-Maschine vornehmen.

sind höchst einfach. Um nämlich gemeine Mauerziegel zu bilden, bedient sich der Arbeiter eines hölzernen an den Ecken mit Eisen beschlagenen Rahmens von weichem Holz, der fast die Länge, Breite und Höhe der zu liefernden Ziegel hat, und Ziegelform heißt. In diese Form, welche auf ein Untersatz-Brettchen am Arbeits-(Streich-) Tische zu liegen kömmt, wird jedesmal so viel Lehm mit den Händen eingetragen, als nöthig ist, und das Ueberflüßige mit einem Streichholz abgestrichen, worauf der Arbeiter (Ziegelstreicher,) ein zweites Brettchen oben auf die Form legt, und diese sammt der Ziegelmasse in die Höhe hebt, hierauf schnell umwendet, und mit einem Schlag auf den Tisch zurückbringt, damit sich nämlich der weiche Lehm dadurch mehr einpresse. Der Ziegel ist so fertig, wird von dem Streicher mit dem Untersatzbrett auf die Seite geschoben, die Form davon abgehoben, und diese auf ein anderes, von dem Gehilfen des Streichers bereit gehaltenes, ihm zugeschobenes Untersatzbrett gelegt, dann von dem vorräthigen Lehmklumpen, der von Zeit zu Zeit durch Zufuhr von frischem garen Lehm erneuert werden muß, neuerdings mit Lehm gefüllt, und so fort wie das erstemal verfahren. Damit besonders der fettere Lehm nicht an der Form oder dem Untersatzbrett klebe, wird jene etwas feucht in einem Häufchen feinen Sandes gerüttelt, und dieser vom Gehilfen auch vorher auf's Untersatzbrett gestreut. Der letztere ergreift den jedesmal fertigen Ziegel mit seinem Brett, und leert ihn hievon mit einer Seitenbewegung desselben zum Trocknen ab, indem er das Brett dem Former zustellt. Auf solche Art kann ein einziger Ziegelstreicher des Tages 2000 bis 3000 Ziegel liefern.

Für Verfertigung von besonders geformten Mauerziegeln, welche nicht zu den gemeinen Mauerziegeln gehören, zugleich aus einer feinen Lehmmasse gemacht werden, hat man besondere entsprechende Formen. Die vielfach gestalteten Gesimsziegel werden zwischen zwei hölzernen, eigens verfertigten Chablonen gebildet, zwischen welche man den Lehm durch Schraubenpressen einpreßt, und die Ränder mit einem Thonmesser beschneidet. Feinere Mauerziegel, wie die sogenannten Vorsetzsteine, werden häufig, wenn sie schon etwas trocken sind, mit dem Messer glatt geschnitten. Für Verfer-

tigung der flachen Dachziegel hat man ebenfalls eigene eiserne Formen mit einem Griffe, in denen sie nach Art der Mauerziegel gestrichen werden. Die zum Festhalten dieser Ziegel an dem Grunde nothwendige Vorragung (Nase) wird durch die Hand des Arbeiters besonders angefügt, und der Ziegel auch durch Streichen mit den Fingern ausgeglichen. Damit die Nase beim Abnehmen des Ziegels von dem Untersatzbrett nicht beschädigt wird, legt der Former auf denselben ein besonderes Brettchen, welches einen Ausschnitt für die Nase hat, worauf er die Form mit dem Ziegel umwendet, dann diese abnimmt, und den auf jenem Brettchen liegenden, mit der Nase über den Tisch vorragenden Ziegel dem Gehilfen zum Trocknen übergibt. Hohle Dachziegel werden in einer flachen Form gestrichen, hierauf kommen selbe über einen hölzernen Kern, den man auf den Formtisch legt, und über welchen sich die weiche Masse von selbst anlegt, worauf die Nase angebildet, dann der Kern herausgezogen und der Ziegel auf dem Untersatzbrett entfernt wird. Die Maaße aller dieser Formen müssen etwas größer seyn, als die Ziegel werden sollen, und immer um so viel größer, als die darin geformten Ziegel mehr schwinden, weßhalb man dieses Schwindungsmaaß vorher durch Versuche kennen lernt. Die Arbeiten selbst, welche in Hinsicht auf Ziegelformung vorzunehmen sind, werden am besten im Frühjahr und Herbst betrieben, weil in dieser gemäßigten Zeit die Ziegel nicht leicht zu schnell trocknen.

2.

Theils zum schnellern und wohlfeilern Betrieb der Ziegelfabrikation, theils auch in der Absicht, die Ziegel gleichförmiger und selbst vollendeter zu liefern, war man schon seit Langem bemüht, verschiedene Maschinen in Anwendung zu bringen. Die Kenntniß dieser Maschinen ist sehr lehrreich. Da selbe meist nach einerlei Prinzipien gebaut sind, so mag als Beispiel die bekannte Ziegelmaschine von Carville, in Jessy bei Paris befindlich, dienen. *) Diese Ma-

*) Dingler's polyt. J. Jahrg. 1843 Bd. 83.

schine ist sinnreich aus Theilen zusammengesetzt, welche Alles verrichten, was bei Bildung von Ziegeln durch Handarbeit nur immer verrichtet werden muß. Der Lehm darf selbst in rohem unzertheilten Zustande beigeführt werden. Man gibt ihn nämlich auf die Tonnenmesser=Maschine, von welcher er, nachdem selbe mittels Pferdekraft in Thätigkeit gesetzt ist, unmittelbar auf eine Reihe von Ziegelformen kömmt, in diese eingepreßt, dann durch weitere Kraft aus denselben herausgedrückt, und die fertigen Ziegel auch fortgeschafft werden, um neuen Platz zu machen.

Die Tonnenmesser=Maschine dient zum Zerreiben, und auch zur Mengung des Lehms mit Sand, u. dgl. Es ist bekanntlich eine oben offene Tonne, oder ein vertikaler Cylinder aus Gußeisen, in dessen Mitte sich eine senkrechte eiserne Achse oder ein Wellbaum befindet, der durch einen großen, starken, abwärts geneigten Arm bewegt wird, und seitwärts mit kleinen innerhalb dem Umkreise der Tonne befindlichen Armen versehen ist, welche eine Neigung unter einem Winkel von 45^0 haben, und mit Messern besetzt sind. Der in die Tonne geschüttete Lehm wird beim Umdrehen der vertikalen Achse durch diese Messer fein zertheilt, und auch gemengt, wenn eine Mengung nöthig ist; dann durch eine Oeffnung am Boden des Cylinder=Gefäßes durch einige an dem untern Theil der senkrechten Achse noch befindliche stärkere und breitere Arme ohne Messer herausgepreßt, indem diese bei der Bewegung der Achse beständig auf den Lehm drücken. Es befindet sich aber vor dieser Oeffnung ein Schieber, welcher in Falzen auf und niedergleiten kann, und durch einen Hebel beweglich ist. Je nachdem derselbe höher oder niedriger gehalten wird, und die Oeffnung weiter oder enger ist, tritt daher mehr oder weniger Erde hervor. Die hervorgetrettene Erde fällt sogleich auf die Ziegelformen. Diese sind von Gußeisen und bilden eine Kette ohne Ende, wovon jedes Glied aus 4 Formen besteht. Dieselben sind durch Charniere miteinander verbunden, und die Bewegung der Kette selbst erfolgt durch Hülfe von 2 Drehkreuzen, welche mit Zapfen an ihren Armen in die Gelenke eingreifen. Die Kette hat einen Boden von Blechplatten, welche gleich=

falls durch Gelenke verbunden, eine Kette ohne Ende bilden, die wieder durch Drehkreuze bewegt, und in ihrer Bewegung von einer Reihe nahe befindlicher Walzen unterstützt wird. Gleich nach dem Austritt aus der Tonne erhält der auf die Formen gekommene Lehm mittels einer schweren Gußeisen=Walze einen ersten Druck, und hierauf einen zweiten durch eine starke Eisenplatte, unter welche die gefüllten Formen nach dem Durchgang durch jene Walze gezogen werden, was den Ziegeln die gehörige Glätte an der Oberfläche gibt. Die so gebildeten Steine werden aus ihren Formen entleert durch Hülfe eines Stämpfels, oder einer vertikalen, an ihrem Ende mit einem doppelten Stämpfel versehenen Stange. Dieser Stämpfel wirkt von oben nach unten, und macht eine auf= und niedergehende Bewegung durch einen eigenen sinnreichen Apparat, in deren Folge er in die Formen mit seinem Ende eingreift, dann wieder heraustritt, und bei der fortgehenden Bewegung der Kette die erstern entleert. Die Bewegung jenes Stämpfels wird zunächst durch einen Vorsprung an einem Seitentheil jeder Form bewirkt, der während des Vorrückens der Formkette an einen Hebelarm stößt, welcher letztere mit einer vertikalen Achse verbunden ist, die sich daher dreht, deren Bewegung aber wieder aufhört, sobald der Vorsprung den Hebelarm verläßt. Jene Achse ist nun oben mit einer Rolle verbunden, über welche, und noch eine zweite Rolle, eine Kette geht, die einem andern herabhängenden, an der Achse eines Balanciers befestigten Hebelarme eine Hin= und Herbewegung mittheilt; der Balancier aber erzeugt, sich um seine Achse schwingend, ein Auf= und Niedergehen des Stämpfels. Hat dieser seine Bewegung von oben nach unten vollendet (nachdem nämlich der Vorsprung der Form den Hebel jener vertikalen Achse verlassen hat), so hebt eine Last, welche als Gegengewicht auf das eine Ende des Balanciers wirkt, den Stämpfel wieder aus den Formen. Dieser folgt, einmal in die Formen eingedrückt, der kontinuirlich und horizontal sich bewegenden Formkette so lange, bis er wieder in die Höhe gehoben wird, und geht dann in seine erste Stellung durch Hülfe eines über Rollen laufenden und mit einem Gewicht belasteten Seiles zurück.

Die geformten Steine fallen auf Brettchen, die auf einer Fläche fortbewegt werden, welche selbst wieder ein Band ohne Ende bildet, das aber rechtwinklig gegen die Richtung der Formen geht, und daher die Steine aus der Maschine führt; der Boden dieser Fläche ist dem der Formkette ähnlich, und gleichfalls durch Drehkreuze und Walzen beweglich. Die Bewegung desselben ist aber so regulirt, daß er fortgeht, wenn der Stämpfel in die Höhe gehoben, und still steht, wenn er niedergedrückt wird. Die Steine werden dann mit ihren Brettchen, worauf sie zum Trocknen liegen bleiben, weggenommen, und auf einen Karren an den Trockenplatz geführt.

Damit die Lehmerde sich nicht an die Theile der Maschine anhängt, geht die Formkette in ihrem Laufe nach unten durch einen mit Wasser gefüllten Trog, der sich unter der Maschine befindet, und um auch dem Ankleben der befeuchteten Thonmasse an dem Boden der Form, und an der obern Seite der Steine vorzubeugen, ist auf jeder Seite der Tonne, worin der Lehm zerrieben wird, ein Trichter angebracht, aus dem in Folge der Drehung einer an seinem untern Theile angebrachten cannelirten Walze, Sand ausgestreut wird. Da sich der Lehm auch leicht an die Oberfläche des Druckcylinders, der ihn in die Formen preßt, anlegen würde, so geht an selbe stets ein dünner Wasserstrahl aus einem Gefäße.

Die Bewegung wird auf die senkrechte Achse der Tonne und auf die verschiedenen Theile der Maschine durch ein Pferd übergetragen, welches man an dem Ende des oben erwähnten großen Armes an einen Zug spannt, während das andere Ende desselben an der eisernen senkrechten Achse der Tonne befestigt ist. Unter dem Punkte dieser Befestigung ist nämlich ein horizontales Winkelrad aufgezogen, welches in ein anderes vertikales auf einer kleinen horizontalen Achse sitzendes Winkelrad eingreift. Auf dieser Achse befindet sich auch ein Zahnrad, dessen Zähne in die Glieder einer endlosen Kette eingehen. Diese Kette ist über 2 größere, und ein kleines Rad gelegt. Auf dem letzten größten dieser Räder ist eines der Drehkreuze aufgezogen, welche mit ihren Zapfen die Formkette bewegen. Eben so befindet sich auf dem kleinen Rad, welches

das mittlere ist, eines der Drehkreuze, wodurch der Boden der Formenkette fortgeschafft wird. Das dritte, der Tonne am nächsten befindliche Rad bewirkt die Bewegung des eisernen Druckcylinders, auf dessen Achse es aufgezogen ist. Durch die Drehkreuze endlich, welche die Bewegung des Bodens der Formenkette bewirken, werden auch die cannelirten Walzen der Sandtrichter bewegt, indem an ihren Achsen gezahnte Räder sich befinden, über welche und die Walzen eine kleine endlose Kette geht.

Die Maschine formt stündlich 1500 Steine. In dem zum Brennen dieser Maschinen-Steine bestimmten Ofen, können 80,000 Steine auf einmal gebrannt werden.

3. Von dem Trocknen und Brennen der Ziegel.

1.

Das Trocknen der Ziegel geschieht theils auf freier Erde, theils auf Trockengerüsten. Auf freier Erde pflegt man die ganz frisch geformten Ziegel, besonders die gemeinen Mauerziegel zu trocknen, wenn es der Raum gestattet, welchen man für eine Ziegelei hat. Der Boden muß aber zu diesem Zweck durch Ebnen, Feststampfen, und Belegung mit feinem Sande vorgerichtet, oder es muß wenigst der von seiner rauhen Decke befreite Lehmboden seyn. Man bringt die gemeinen Mauerziegel dahin reihenweise in kleinen Zwischenräumen zu 1—2 Zoll, indem man sie auf die bloße Erde mit den hohen Kanten aufstellt, alle feinern Ziegel werden aber flach nebeneinander auf Unterlagbrettchen hingelegt. Haben die Ziegel die halbe Trockenheit erlangt, so daß sie mit der Hand ergriffen werden können, ohne sich mehr zu krümmen, oder einen Eindruck zu erleiden, so nimmt man sie vom Boden, und stellt selbe mauerförmig zum völligen Trocknen auf die Gerüste. Sie müssen im Schatten getrocknet werden, und zwar in einem gelinden Luftzuge, aber nicht den Wirkungen des Regens ausgesetzt seyn; daher

das Trocknen am Besten unter einer soliden angemessenen Bedachung statt findet. Man baut deßhalb in den Ziegeleien, welche einen beständigen Betrieb haben, eigne Städel mit großen geneigten Dächern, deren Dach auf 4 Pfosten ruht, und ziemlich weit gegen die Sohle herab reicht. Der Umfang, den ein solcher Stadel einschließt, ist ein längliches Viereck, in welchem zugleich die Brennöfen, und die Streichplätze eingeschlossen sind. Die Stellung desselben soll sich nach den Himmelsgegenden richten, so daß z. B. eine breite Seite gegen Ost gerichtet ist, von welcher Himmelsgegend gewöhnlich ein frischer, trockner, nicht zu heftiger Wind weht. Die Neigung und das Vorspringen des Daches soll dem Einschlagen des Regens vorbeugen, und der freie Stand des Stadels nach allen Seiten, so wie seine leichte Bedeckung mit Reihen einfacher Dachziegel der Luft ungehinderten Zutritt gestatten, so wie der Gewalt der Stürme Widerstand leisten. Alle mangelhaften Ueberdeckungen der zum Trocknen aufgestellten Ziegel werden einen nachtheiligen Einfluß auf sie haben. Sind selbe gegen den Regen nicht hinlänglich geschützt, so nehmen sie selbst in halb trockenem Zustande Schaden, indem sie durch die Regentropfen Eindrücke bekommen, oder pockennarbig werden. Sind die nassen Ziegel der Sonne ausgesetzt, so trocknen sie ungleich, zu schnell nach außen, und verziehen sich oder springen. Eine nicht zu rasche, gleichmäßige und gute Lufttrocknung ist die erste Bedingung, um fehlerfreie Backsteine zu erhalten. *)

2.

Das vollkommene Brennen der Ziegel wird in eigens für diesen Zweck erbauten Oefen bewirkt. Diese Oefen fordern einen großen Brennraum, um darin möglichst viele Ziegel aufstellen zu können, und machen eine solche Einrichtung nöthig, wodurch das Ein=

---

*) In den Feldziegeleien werden die Ziegel entweder ohne alle Bedachung gelassen, oder sie bekommen oft nur eine höchst leichte Ueberdeckung durch Reisig, Strohmatten u. dgl., wodurch selbe bei nasser Witterung sehr leiden.

tragen und Aufstellen der ungebrannten Steine, und das Ausnehmen der gebrannten nicht erschwert wird, auch bei Unterhaltung eines lebhaften, Tag und Nacht gleichen Flammen-Feuers, eine große gleichmäßig vertheilte Hitze erzeugt, und an Brennmaterial nicht unnöthig viel verloren geht. Der Hauptunterschied im Bau derselben wird durch die Beschaffenheit des Brennmaterials veranlaßt. Die Oefen, welche mit Torf und Steinkohlen betrieben werden, machen einen Rost und Aschenfall nöthig. Der Brennraum der Ziegelöfen ist übrigens meistens wegen dem bequemern Aufstellen der Ziegel viereckig, und nach oben frei und unbedeckt, oder überwölbt. Ueberwölbungen leiden aber bei der Hitze, welche erzeugt werden muß, bald Schaden, hindern etwas den freien Durchzug der Flamme, so wie des Rauches und die Vertheilung gleicher Wärme, und erschweren das Einsetzen und Ausnehmen der Ziegel. Die wesentlichen Theile eines Ziegelofens sind außer den Umfassungsmauern, welche sehr stark aus guten Backsteinen erbaut werden, die Feuergassen, oder Feuerkanäle, in welche das Brennmaterial kömmt, und welche man ebenfalls aus Backsteinen darstellt. Sie setzen sich in die Schürgewölbe fort, und diese münden in die Heitz- oder Schüröffnungen an der Vorderwand des Ofens. Eben so sind die gemauerten Bänke nöthig, auf welche die erste Lage der ungebrannten Steine kömmt, und welche die Feuergassen rechtwinklig in gewisser Entfernung durchkreuzen.

3.

Die Münchner-Ziegelöfen, von denen aus einem dem Mergel sich nähernden Lehme sehr gute Ziegel geliefert werden, sind in einem Viereck erbaut, die Vorder- und Hinterwand 20 F. lang, die beiden Seitenwände 25 F. lang. In der Mitte jeder der Seitenwände an der Sohle der Ziegelei befindet sich ein Zugang in das Innere des Ofens zum Einsetzen und Ausnehmen der Ziegel. Die Höhe dieser Umfassungsmauern beträgt 20 F., ihre Dicke 3 F. 7 Zoll. Die Sohle des Ofens ist aber 16 F. tief, so daß die Mauern über dem Boden der Zie-

gelei, wo der Ofen steht, nur 4 F. emporragen. Man gelangt daher zu den Schüröffnungen, deren sich 3 an der Vorderwand befinden, durch eine Treppe. Die Schürgewölbe befinden sich nicht unmittelbar in der vordern Ofen-Wand, sondern in einer 5 F. breiten und 5 F. hohen Vormauer. Sie sind 3 F. hoch, und gehen in die 18 F. langen, 2 F. hohen Feuerkanäle über, welche von 9 Bänken durchschnitten werden, die eine Länge von 14 F., eine Breite von 1 F., und eine Entfernung von 6 Zoll haben. Diese Feuerkanäle sind eigentlich nur so weit geschlossen, als sie sich in jene Vormauer fortsetzen. Zwischen den Bänken sind selbe ganz offen, und bestehen aus Mauern, welche oben durch schräg gestellte Ziegelsteine sattelförmig gebildet sind. Dieser Sattel befördert das Aufwärtssteigen der Flamme in den obern Brennraum. Vor den Schüröffnungen befindet sich ein viereckiger weiter Raum für die Arbeiter, und das Brennmaterial. Es sind regelmäßig 2 solcher Oefen durch eine 4 F. 7 Zoll dicke Mittelmauer zusammengebaut, und daher 6 Schüröffnungen u. s. w. vorhanden. Auch befinden sich diese Oefen unter einem gemeinschaftlichen Dachwerke innerhalb des Raums der Ziegelstädel.

4.

Es können in einem solchen Ofen wenigst 18,000 Ziegel eingesetzt werden. Man fährt dieselben von den Trockenplätzen an, und bringt sie durch die dazu bestimmte Maueröffnung in das Innere des Ofens, wo sie ein auf den Bänken stehender Arbeiter abnimmt, und selbe schichtenweise übereinander aufstellt, wobei auf folgende Art verfahren wird:

Die 14 Zoll langen Ziegel werden nämlich quer über die 6 Zoll weit von einander entfernten Bänke mit 3 Zoll weiter Entfernung nebeneinander so auf die hohe Kante gelegt, daß sie eine parallele Reihe jedesmal längs 2 Bänken bilden, aber die Ziegel der ersten Reihe in wechselnder Lage sich mit denen der zweiten Reihe, diese wieder mit denen der dritten Reihe u. s. w. befinden.

Es entstehen dadurch auf den 9 Bänken 10 Ziegelreihen mit 270 Oeffnungen für den Durchgang der Luft und der Flamme, jede Oeffnung 18 Quadratzoll groß. Diese erste Ziegellage bildet die feste Basis für alle übrigen einzusetzenden Ziegel. Man nennt selbe die Kette. Die übrigen Ziegel aber werden, damit die gehörigen Zwischenräume für Luft und Feuer offen bleiben, so eingesetzt, daß man immer nur 4 übereinander in gleicher Stellung, und 1 Z. entfernt, auf die Kette mit den hohen Kanten auflegt, und die nächsten 4 in entgegengesetzter Richtung, oder die schmalen Flächen den breiten und langen der erstern begegnend. So wird eine Schicht nach der andern gebildet, bis der Ofen voll ist. Auf die oberste Schicht kömmt nur eine leichte Decke von Ziegelbruchstücken schon gebrannter Steine, u. s. w.

5.

Je vollständiger getrocknet die Ziegel in den Brennofen kommen, desto besser ist es. Enthalten sie noch zu viele Feuchtigkeit, so werden sie unfehlbar reissen oder springen. Sie müssen bei günstiger Witterung wenigst 4 Wochen auf den Trockenplätzen bleiben. Ueber die Zeit des Brennens läßt sich Nichts bestimmen. Es hängt selbe vom Brennmaterial, von der Witterung, und von den Ziegeln ab. Mit gutem Feuer können im Allgemeinen 18,000 Ziegel in 3 Tagen und Nächten gebrannt werden.*) Das erste Feuer (Schmauchfeuer) muß schwach seyn, und darf nur allmählig gesteigert werden. Man schreitet dann zum Mittel- oder Streckfeuer, welches gleichmäßig längere Zeit unterhalten wird, bis man zum höchsten Glut- oder Großfeuer (Flackerfeuer) übergeht. Der Grad der Hitze, welcher erreicht werden soll, ist die starke Weißglühhitze. Nach erreichter Gare der Ziegel, welche man an dem hellen, weißen Feuer, dem vollkommenen Weißglühzustand der Steine, und dem Niedersinken der Ziegelschichten erkennt, läßt man die Hitze allmählig wieder sinken, indem das Nachschüren seltner wird, und zuletzt ganz aufhört, worauf man alle Luftzugänge schließt, und den Ofen 2 Tage und Nächte der Ab-

*) Auf Tausend solcher Ziegel wird eine Klafter Fichtenholz gerechnet.

kühlung überläßt. Nach Verlauf der Zeit, die man hiezu für nöthig findet, öffnet man die Zugänge und nimmt die Ziegel allmählig heraus, wozu 7 Mann wieder einen Tag brauchen. Die Temperatur der Ziegel ist noch so beträchtlich, daß selbe durch einen Anstoß leicht springen.

Die Qualität der herausgenommenen Ziegel ist auch bei der besten Einrichtung des Ofens, und dem besten Brande ungleich. Es lassen sich die auf einmal gebrannten Ziegel wenigstens in 3 Sorten bringen, nämlich in solche, welche vorzüglich gut, dann in solche, welche mittelmäßig gebrannt sind, und in gering gebrannte. Die ersten kommen aus des Ofens Mitte, wo sich das Flammenfeuer konzentirt, und die Ziegel von den Flammen nach allen Seiten umspült werden, die zweiten aus den seitlichen, und obern Theilen des Ofens, die dritten von den äußersten Theilen und den Ecken. Zu diesen 3 Sorten kömmt oft noch eine vierte, nämlich Ziegel, welche sich in Folge des höchsten Hitzgrades oberflächlich verglasen und verziehen. Die am härtesten gebrannten Steine heißen in den Niederlanden Klinker. Die verglasten Steine dienen sehr gut als feuerfeste, und kein Wasser mehr saugende Steine zu verschiedenen Zwecken, aber nicht als Mauersteine.

6.

Das Brennen der Ziegel in den sogenannten Feldziegel-Oefen oder Meilern hat den Vorzug viel geringern Kosten-Aufwandes für einen vorübergehenden, oder nicht gleich bleibenden Bedarf an gewöhnlichen Bauziegeln, weil die hiezu dienenden Oefen aus dem wohlfeilsten Material, aus ungebrannten Steinen, und so einfach als möglich auf dem Lehmfelde gebaut werden, und so wie die Trockenböden, und Streichplätze nicht einmal eine feste Bedachung, jene oft nur eine leichte Bedeckung von Reisig, Strohmatten u. dgl. erhalten. Man kann aber in solchen Oefen nur die gewöhnlichsten Ziegel liefern, und es üben Wind und Wetter den ungehindertsten Einfluß beim Brennen derselben aus, daher eine große Zahl solcher Ziegel oft sehr unvollkommen ausfällt.

4. Von dem Gebrauche der ungebrannten Lehmsteine.

Die ungebrannten, blos lufttrocknen Ziegel, (Luftziegel) erleiden in den europäischen Ländern, welche ein wechselnd trocknes und feuchtes Klima haben, nur eine sehr beschränkte Anwendung in allen Fällen, wo man ein dauerhaftes Bauwerk gründen will; denn es ist das vollkommene Trocknen dieser Ziegel durch die wechselnde Witterung sehr erschwert, und dem Regen und Frost anhaltend und oft ausgesetzt, können solche Ziegel nicht lange Widerstand leisten, so wie selbe auch zu geringe Tragkraft besitzen. Daher lassen sie sich bei uns nur für geringe Bauwerke, auf welche man keine Kosten verwenden kann, benützen, und sind für Wohngebäude nur in einzelnen Fällen anwendbar, z. B. für innere Zwischenwände mit Riegelhölzern, einen Theil der Schornsteine, für Einfriedigungsmauern, geringe landwirthschaftliche Gebäude u. dgl. Wohngebäude ganz aus Luftziegeln wird man nur mit einem Erdgeschoß, und in Gegenden begründen, welche sehr holzarm sind, daher das Brennen der Ziegel nicht zulassen, und auch hiebei den Wirkungen des Regens durch entsprechende Mittel, z. B. sehr vorspringende Dachgesimse, Untermauerung mit gebrannten Steinen u. dgl. möglichst vorzubeugen suchen. Der Lehmbau ist weit zulässiger in den Ländern, welche ein warmes Klima, und anhaltend trockne Witterung haben; daher schon in den alten Zeiten in den Ländern des Orients, besonders in den Binnenländern Asiens mit Lehm sehr gewöhnlich gebaut wurde, und noch jetzt daselbst der Lehmbau der gewöhnlichste ist. Es lassen sich jedoch die Luftziegel durch eine gute Wahl, Vorbereitung des Lehms, und lang anhaltendes Trocknen vor dem Gebrauche auch sehr verbessern.*)

---

*) Nach den Aufschlüssen, die uns Vitruv über das Bauwesen der Römer hinterlassen hat, bestunden mehrere sehr wichtige Vorschriften auch in Hinsicht auf den Gebrauch lufttrockener Steine bei den römischen Bauten. Es war eine geraume Zeit festgesetzt, innerhalb welcher sie nicht vermauert werden durften.

Eine wesentliche Verbesserung solcher Ziegel besteht darin, daß man den Lehm, woraus sie gemacht werden, mit gehacktem Stroh, Haaren, Werg u. dgl. gut vermengt. Die Ziegel werden dadurch nicht blos leichter, sondern auch dauerhafter, indem die Masse, deren Zusammenhang dadurch lockerer wird, einer größern Ausdehnung und Zusammenziehung fähig, und elastischer wird, der Ziegel daher nicht so leicht zerbricht, und mehr Belastung trägt. Da schon die alten Aegyptier ihre Lehmziegel so verfertigten, so nennt man selbe wohl auch ägyptische Ziegel. Es können aus einer solchen Masse auch brauchbare Dachschindeln gemacht werden, welche zur Bedeckung landwirthschaftlicher Gebäude, statt Stroh- oder Rohrbedachung dienen. Wenn selbe in einfacher Lage auf das Dach kommen, so drücken sie dieses nicht mehr, als eine doppelte Lage gebrannter Dachziegel, und vermögen den Wirkungen des Feuers bei entstehendem Brande länger zu widerstehen.

5. Von den nöthigen Eigenschaften guter Backsteine.

Gute, aus Lehm gebrannte Steine (Backsteine) sollen gleich den Natursteinen die Haupteigenschaften, von denen die Dauer der Gebäude abhängt, nämlich entsprechende Härte, Festigkeit, und Dauer gegen die Wirkungen der Luft und Witterung in vorzüglichem Grade besitzen. Diese Vorzüge selbst werden abhängen von der natürlichen Güte des Materials, den zweckmäßigen Vorbereitungen desselben zur Ziegelfabrikation, dann von dem guten Brande der dem Brennofen übergebenen Lehmsteine. In den gebrannten Ziegeln dürfen sich daher vor Allem keine groben Einmengungen, z. B. große Steine befinden, die aus der Masse leicht fallen, und Löcher zurücklassen. Eben so darf man keine größern Kalkpartheien im Ziegel wahrnehmen. Der gewöhnliche Vorzug oder Mangel der Backsteine besteht aber in dem guten oder schlechten Brennen derselben, der sich durch Mangel an Härte, durch den Bruch und zum Theil selbst schon

durch die Farbe verräth. Gut gebrannte Ziegel kommen an Härte den harten Natursteinen nahe, daher selbe wohl nicht selten am Stahle Feuer geben, und einem bedeutenden Stoß oder Schlag mit dem Hammer widerstehen, wodurch nur harte Natursteine zertrümmert werden können, auch bei der Zertrümmerung scharfkantige Stücke mit einem nicht groberdigen Bruche geben. Groberdig aussehende, dabei leicht und stark abfärbende Ziegel gehören zu den schlechtesten. Ein gewöhnliches Probemittel ihrer Härte besteht darin, daß man sie an einem festen Körper anschlägt, wobei besonders die flachen Dachziegel einen reinen, hellen Klang geben müssen. Da sich durch das Brennen die Dichtigkeit der Lehmmasse vermehrt, so werden gut gebrannte Ziegel das Wasser in weit geringerem Grade einsaugen, und nicht bedeutend an Schwere zunehmen. Die Farbe ist insofern ein wichtiges Kennzeichen, als sie auf die Stärke des Brandes schließen läßt. Da der Lehm Eisenoxyd enthält, so färbt er sich bei gutem Brande roth. Doch sind die rothen Ziegel nicht immer die besten, sondern die vorzüglichsten eigentlich jene, welche durch das Brennen graulich geworden sind. Das Eisenoxyd ist nämlich dem Thone bei geringem Feuer nur beigemengt; im stärksten Feuer aber verbindet es sich chemisch damit, wobei die Masse zusammensintert und kompakt wird. Aus eisenfreiem Thone bekömmt man Ziegel, welche auch nach dem Brennen eine gelblich weiße Farbe haben. Wohl ausgebrannte (hiesige) Ziegel werden einen Gewichtsverlust von 3 — 4 ℔. erlitten haben, indem ein gut gebrannter Ziegel 9 — 10 ℔. wiegt, ein lufttrockner 10 — 11 ℔., und ein nasser 13 — 14 ℔. Mithin müssen sich gebrannte Ziegel auch durch Leichtigkeit auszeichnen. Ob die Ziegel dem Wechsel der Witterung widerstehen, muß die Erfahrung lehren, besonders bei Thon, den man noch nicht erprobt hat, daher man gerne Dachplatten den Einflüssen eines Winters und dem Witterungswechsel in einzelnen Probestücken aussetzt. Es gehört übrigens auch noch zu den Fehlern der Backsteine, wenn sie zu glatte glasige Oberflächen haben, weil diese den Mörtel nicht mehr binden, und solche Ziegel kein Wasser saugen, dann Unebenheit in den Flächen, wenn die Ziegel krumm gezogen sind, überhaupt Unvollkom-

menheit in der Form, unvollkommene Ausbildung der Kanten und Ecken. Ziegel in großer Anzahl, welche zu gleichen Zwecken dienen, müssen gleichförmige Waare seyn, in welcher Hinsicht man besonders auch auf das gleiche Maaß zu sehen hat.

6. Von den Arten der Ziegel.

1.

Es kommen beim Bauen mit Ziegeln sehr verschiedene Arten derselben vor, die sich in Hinsicht auf Form, Größe, zum Theil auch Beschaffenheit des Materials unterscheiden.

Nach dem Gebrauche sind Ziegel überhaupt: Mauerziegel, und Dachziegel. Von den ersten unterscheidet man vorzüglich folgende Arten: 1. Eigentliche Mauersteine, 2. Gesimssteine, 3. Gewölbsteine, 4. Kaminsteine.

Die eigentlichen Mauersteine sind ordinäre, und sogenannte Vorsetzsteine, wovon die letztern, feiner und besser gebrannt, zum Aussetzen der äußern Mauerflächen dienen. Die Form der Mauersteine ist überall die parallelepipidische, ihre Größe aber verschieden. Da sehr viel von einem gleichartigen Material beim Bauen, besonders bei Aufführung der Hauptmauerwerke abhängt, und die Willkühr hierin auch in Bezug auf Kosten nachtheilig sein könnte, so herrschen überall Bestimmungen in Hinsicht auf die Maaße der gewöhnlichen Mauersteine. Die Länge steht mit der Breite und Dicke solcher Ziegel in einem gewissen Verhältniß. Einige nehmen als Regel an, daß zwei Ziegelbreiten der Länge eines Ziegels gleich kommen sollen. Es müssen daher solche Ziegel noch einmal so lang als breit seyn, wobei die Dicke den vierten Theil der Länge oder etwas weniger betragen kann.

2.

Wie nothwendig es ist, daß die Mauerziegel überhaupt in einer gleichen Größe geliefert werden, ergiebt sich aus der Art, wie

selbe zu einem Mauerwerk verbunden werden. Es würde ein so gleichförmiger Verband, als zur Bildung einer soliden Mauer und zur Beschleunigung der Arbeit nöthig ist, gar nicht möglich seyn mit ungleichartigen Ziegeln. Es müßten theilweise zur Ausgleichung oft größere Mörtellagen gemacht werden, und andere Unregelmäßigkeiten eintretten. Ohne genau bestimmte Größe würde sich auch der Bedarf von Ziegeln für ein Mauerwerk von bestimmtem Umfange nicht berechnen lassen. Unbedeutende Abweichungen in den Dimensionen geben im Großen einen sehr merklichen Ausfall. Ist z. B. von 2 Ziegeln einer 12 Z. lang, 6 Z. breit und 3 Z. dick, der andere 11 Z. lang, $5^1/_2$ Z. breit und $2^3/_4$ Z. dick, so hat letzterer schon $^1/_4$ kubischen Inhalts weniger, was auf Tausende von Ziegeln einen bedeutenden Unterschied im Kubikinhalt der damit gebildeten Mauern gibt. Daß man sich in Bezug auf Größe der Mauerziegel innerhalb einer Länge von 12—14 Z., Breite von 6—7 Z., u. Dicke von 3—$2^1/_2$ Z. hält, hat seinen Grund darin, weil durch die Praktik dieses Maaß als das zweckmäßigste zur leichten Formung, und zum Brennen, so wie zum schnellen Betrieb der Mauerung erkannt worden ist. Würde man die Ziegel merklich größer machen, so wären zwar weniger Kalkfugen nöthig, und es würde an Mörtel erspart werden. Allein das Formen und Brennen, so wie die Handhabung großer Ziegel ist schwieriger. Zu kleine Ziegel machen weit mehr Kalkfugen nöthig, die einem dauerhaften Mauerwerk nicht günstig sind, und verursachen mehr Aufwand an Mörtel und Zeit.

3.

Von den Gesimssteinen, welche zur Ausmauerung der Fenstergesimse und zum Theil als Grund für die Gyps-Aufzüge bei Gesimsen dienen, gibt es ordinäre und feine, wovon besonders die letztern sehr manigfaltige Formen nach dem verschiedenen Baustyle erhalten und oft sehr gewichtig sind. — Die Gewölbsteine erhalten dann eigene Formen, wenn selbe zur Bildung von Bögen oder Bogengewölben dienen, oder Halbkreise bilden müssen. In diesem

Falle werden sie nach einer Seite der breiten Flächen verjüngt, oder keilförmig, daher man sie dann auch Keilziegel nennt. Für große Gewölbe, besonders Kreuzgewölbe, benützt man die ordinären Mauersteine. Es geschieht auch wohl, daß wenn einzelne Keilziegel nöthig sind, diese von den Arbeitern mit dem Hammer zugehauen werden. — Eine besondere Art von Ziegeln, die man bei Gewölbbildungen gebraucht, sind die in München üblichen Gurtensteine, ziemlich gewichtige Steine, welche bei Construktion der sogenannten böhmischen Gewölbe zum Widerlager dienen, und daher für dieses einen Ausschnitt haben. Es gibt von solchen Steinen ganze und halbe, nach der Größe. — Die Kaminsteine sind leichte Ziegel, welche zwar von der Länge und Dicke der ordinären Mauerziegel gemacht werden, aber bedeutend schmäler, weil sie nämlich ein leichtes Mauerwerk von einem Stein bilden sollen. Zur Bildung eines viereckigen, schliefbaren Kamins sind 8 solcher Steine hinreichend. Der letztere hat dann eine Weite von 21 Zoll (die Ziegel 14 Zoll lang). Eine verschiedene Form, zum Theil einen kreisförmigen Umfang und Ausschnitt, erhalten die Kaminziegel zur Bildung von runden schliefbaren Kaminen. Man braucht dazu ebenfalls 8 Ziegel. Für die nicht schliefbaren, jetzt üblichen Kamine benützt man die ordinären Kaminsteine.

4.

Die Maaße der gewöhnlichen Mauerziegel sind in verschiedenen Ländern und Gegenden verschieden. Es richtet sich diese Verschiedenheit zum Theil nach der Güte des Materials und Beschaffenheit des Brennstoffes, wonach es leichter, oder schwerer ist, gute Ziegel von einiger Größe darzustellen, theils nach den höhern oder gringern Preisen der Materialien überhaupt, und den übrigen gebräuchlichen Maaßen. Für München müssen gemeine Mauerziegel eine Länge von 14 bayr. Zoll, eine Breite von 7 Zoll, und eine Dicke von 3 Zoll haben, wovon 8 Stücke auf einen Kubikfuß Mauerwerk gehen. In Norddeutschland, dann in den Niederlanden werden sie viel kleiner gemacht.

5.

Außer diesen Mauerziegeln werden auf den Ziegeleien noch verschiedene andere Ziegel verfertigt, die zu besondern Zwecken dienen, z. B. große Abdachungsziegel, welche mehr breit als lang sind, geneigte Flächen, auch rinnenförmige Vertiefungen haben. Sie werden häufig aus feinerm Thon gemacht, gut gebrannt, und dienen zum Schutze von freien Mauern, die sie decken, und über welche sie den Regen ableiten sollen, z. B. auf Umfassungsmauern von Höfen, Gärten, und Kirchhöfen. Zur Ableitung des Regenwassers aus den Dachrinnen, oder des Wassers der Brunnen macht man auch eigene Rinnensteine. Sehr häufig werden Pflastersteine, kleinere, den Mauerziegeln ähnliche, die auch wohl selbst dazu dienen, und größere plattenförmige, meistens quadratische geliefert, die 10 Zoll ins Gevierte, auch 12—18 Zoll haben und 2—3 Zoll dick sind. Sie heißen auch Fliesen, und bekommen oft verschiedene andere regelmäßige Formen, um zierliche Fugengestaltungen zu bilden. Zur Ausmauerung von Brunnen nimmt man gewöhnliche Mauersteine; selten sind selbe keilförmig nach innen verjüngt, nach außen gerundet. Mit letztern stimmen in der Form die Säulenziegel überein, woraus Säulen gebildet werden.

Von allen diesen Mauerziegeln ganz verschieden sind die hohlen, oder sogenannten Topfziegel, die schon im Alterthume, vorzüglich bei römischen Bauwerken vorkommen. Man bildete daraus Gewölbe, Dielen, oder Plafonds in Tempeln und Pallästen, und hat auch in neuerer Zeit zu verschiedenen wichtigen Bauzwecken wieder solche Ziegel in Anwendung gebracht.*) Das daraus gebildete Mauerwerk, welches mit Entbehrung alles Holzwerkes in Ausführung kömmt, ist nicht blos sehr fest, sondern auch gegen Feuer gesichert. Man hat diese Ziegel von einer Höhe zu 6 Zoll 11 Linien, und einem Durchmesser von 3 Zoll 8 Linien,

*) Statt der runden auf der Töpfer-Drehscheibe gebildeten Ziegel sind bei Gewölbebildungen in der Pinakothek in München viereckige, aus Dachplatten zusammengesetzte Hohlziegel gebraucht worden.

größere von 7 Z. 7 L. Höhe, 4 Z. 4 L. Weite, oder für starke Böden bis zu 10 Z. Höhe. Von den ersten oder kleinsten sind für einen Boden von 36 Quadratschuh 360 nöthig, deren eigenes Gewicht 419 ℔., und mit Zuschlag alles Materials 3250 ℔. beträgt. Von den gößern 7 Z. hohen hat man auf gleichen Flächenraum 288 nöthig, deren eigenes Gewicht 450 ℔. und im Ganzen 3535 ℔. beträgt. Der Druck, den ein solcher Boden aushält, steigt bis auf 17,385 ℔., wovon auf einen Quadratschuh 384 ℔. kommen.

6.

Von den Dachziegeln hat man flache und hohle. Die erstern (Dachplatten, Taschen) werden jetzt allgemein zur Deckung der Dächer benützt, indem die hohlen Dachziegel ihrer Schwere wegen sich für die jetzt üblichen flachen Dächer nicht eignen. Man hat die Dachplatten wieder von verschiedener Größe und Stärke, auch zum Theil verschiedener Form, besonders in Hinsicht auf den vordern Rand. Dieser ist nämlich vollkommen halbkreisförmig abgerundet, damit sie sich so am besten decken, oder sein Umfang ist der eines gedrückten oder Stichbogens. Erstere nennt man häufig Biberschwänze, letztere Ochsen= oder Kuhmäuler. Es überragen sich diese Ziegel, welche gewöhnlich in doppelten Reihen wechselnd übereinander an den Dachlatten aufgehangen werden, und decken sich so ohngefähr die Hälfte ihrer Länge, wobei die Lattenweite eben so groß ist. Ist daher der Ziegel 14 Zoll lang, so beträgt die Ueberragung 6 Z., und eben so viel die Lattenweite. Bei einfacher Bedeckung hingegen überragt ein Ziegel den andern nur ohngefähr den fünften Theil, daher bei einer Länge von 14 Zoll nur 3 Zoll, wobei die Latten 8 Z. entfernt sind, und der Ziegel auf ein Legschindel kömmt. — Die hohlen Ziegel sind halbe Cylinder, deren Querschnitt einen halben Kreisbogen von 150° bildet. Ihre Weite nimmt aber allmählig von oben nach unten zu. *)

*) Im Allgemeinen sind die gerundeten Dachplatten üblich, und nur selten kommen sie von andern Formen vor. Die Länge der kreisförmig gerundeten Dachplatten in München beträgt 14 Zoll, ihre Breite 7 Z. ihre Dicke 1 Z.

Ihr Gebrauch ist gegenwärtig sehr eingeschränkt. Man hat sie nur noch nöthig zur Eindeckung der Dachfirste, und zur Ausbesserung der alten, damit gedeckten Dächer. Sie werden gewöhnlich wie die Platten doppelt gelegt, so daß ein Theil mit der Rückseite an den Dachlatten aufgehangen wird, und die übrigen mit der hohlen Seite auf jedesmal zwei emporragende Ränder der umgekehrten kommen, wodurch parallele Rinnen vom Firste zur Dachtraufe gebildet werden, indem man die Ziegel aller Reihen mit ihren untern weitern Rändern über den schmälern Theil der nächst folgenden schiebt, und diejenigen, welche auf die Ränder der verkehrt liegenden kommen, mit Mauerspeise füllt. Man nennt die untern umgekehrt liegenden gewöhnlich Hacken, und die obern Preise*). Man hat von solchen Hohlziegeln auch doppelte, deren Durchschnitt 2 Halbkreise sind (sogenannte Flamänderziegel). Zu den besondern, nicht allgemein üblichen Dachziegeln gehören auch die römischen Ziegel. Diese Ziegel zeichnen sich durch ihre platte Form mit seitlich emporstehenden Rändern aus. Man legt sie auf einen Grund von ganz flachen Ziegeln oder Dachplatten, indem sie wie die ordinären Hohlziegel mit ihren untern Rändern übereinander geschoben werden. Auf ihre emporstehenden Ränder kommen, wie bei jenen, runde Hohlziegel.

7.

Um den Dachziegeln theils ein schönes Ansehen zu geben, theils auch um selbe gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen, hat man selbe schon im Mittelalter häufig mit farbigen Glasuren versehen. Solche glasirte Ziegel haben sich wirklich durch ungemeine Dauer ausgezeichnet. Sie sind auch in neuerer Zeit wieder im Gebrauche. Man hat damit in München verschiedene Proben angestellt. Nach wiederholten Versuchen wurden die für die Mariahilfskirche in der Vorstadt Au bestimmten, farbigen Dach-

*) Ihre Länge beträgt in München 14 Z., die Breite der untern 6 Z., die der obern 5 Z.

platten auf folgende Weise behandelt: Die Platten selbst bildete man in der Töpferwerkstätte aus einer Masse, die aus 3 Theilen gewöhnlichen, sich roth brennenden, gereinigten Lehm, und 1 Theil eines kalkigen Lettens aus Oberbayern, nebst 1 Theil Quarzsand bestund, und wie andere Töpfermasse zusammengearbeitet wurde. Die daraus gebildeten Dachplatten wurden nun, gehörig lufttrocken, im starken Feuer des Töpfer-Ofens gebrannt. Nach dem Brennen wurde die Glasur aufgetragen, worauf man die Ziegel zum Zweitenmale stark brannte. Man nahm zur Bildung der Glasurmasse 10 ℔ von Villacherblei (als der im Handel besten Sorte), und dazu 1 ℔ von dem vorzüglichen Bankazinn, und calcinirte beides im Feuer, in Töpfe gebracht, zu Asche. Um nun die weiße Glasur zu erhalten, welche zugleich den Grund für die übrigen Glasuren bilden muß, wurde hierauf mit Sorgfalt folgendes Gemenge gemacht: 11 ℔ Blei von jener Blei- und Zinnasche, 4 ℔ reinen Kies- (Quarz) Sandes, 2 ℔ Porzellanerde, 3 ℔ Kochsalz, 2 ℔ weißes Glas, 2 ℔ doppelt kohlensaures Kali, nebst 1 ℔ Salpeter. Dieses Gemenge wurde in Schmelztiegel gebracht, die man vorher mit einer Mischung von 1 Theil Kalk, und 2 Theilen Quarzsand ausgegossen hatte, und dann im Ofen völlig zu Glas geschmolzen, dieses in kaltem Wasser abgelöscht, zerstossen, und auf der Glasurmühle fein gemahlen. Zur blauen Glasur diente dann ein Gemenge von 6 ℔ jener Glasur, $\frac{1}{4}$ ℔ Kobalt und 1 Quint Braunstein. Zu Grün: 6 ℔ Glasur, $\frac{1}{4}$ ℔ Smalte, 4 Loth Kupferasche. Zu Gelb: 3 ℔ Glasur, 14 Loth gebranntes Antimonium (diese Glasur schwach gebrannt). Zu Braun: 6 ℔ Glasur, 6 Loth Braunstein. — Alle Farben wurden auf der Glasurmühle zu feinstem Pulver gemahlen.*)

2. Von den feuerfesten Steinen.

Beim Bau von Brenn- und Schmelzöfen hat man immer eine Anzahl besonders feuerfester Steine nöthig, z. B. zur innern

*) Dergleichen Glasuren springen gerne mit der Zeit, und lösen sich in Blättern ab. Diese Dachplatten haben sich aber seit dem Jahre 1836 gegen die Witterung gehalten.

Auskleidung der Wände des Brennraumes bei kontinuirlichen Kalköfen, und des Schmelzraumes bei Hochöfen zum Eisenschmelzen, dann zu Heerd- und Roststeinen, auch Gewölbsteinen für Bildung der Schürgewölbe, Feuerkanäle u. s. w. Es werden zu solchen Zwecken theils vorzüglich gute Backsteine gewählt, theils aber auch in Ermanglung feuerfester Natursteine solche feuerfeste Steine verwendet, die man aus einem Gemenge eines guten plastischen Thons und den gepulverten Bruchstücken von stark gebrannten Thonmassen, besonders aus den zerschlagenen, schon gebrauchten Kapseln verfertigt, in welchen auf Porzellan- und Steingutfabriken die fertigen Gegenstände zum Brennen in den Ofen gesetzt werden. Die Bruchstücke solcher stark durchbrannter Kapseln werden in den Fabriken selbst auf Pochwerken in gröbliches Pulver verwandelt, dann in der Tonnenmessermaschine mit Thon gemengt. Aus dieser Masse bildet man theils neue Kapseln für einen neuen Brand von Geschieren, theils aber solche Steine, die entweder die Form der gewöhnlichen Backsteine, oder je nachdem sie zu einem besondern Zweck dienen, andere Formen erhalten. Man brennt sie gelegentlich in den Porzellan- und Steingutöfen, und verbindet sie mit derselben Masse, woraus sie bestehen, zu Mauerwerk. Nach dem Brennen haben sie gewöhnlich eine gelblichweiße Farbe, einen körnigen Bruch, und zeichnen sich durch ausserordentliche Haltbarkeit, große Feuerbeständigkeit, und spezifische Leichtigkeit aus. Von den Porzellanfabriken werden sie auf Bestellung geliefert. Es läßt sich eine fein bearbeitete Masse dieser Art auch zu architektonischen Verzierungen verwenden.

---

3. Von den Erdquadern oder Pisé-Steinen.

1.

Magerer Lehm, welcher zur Ziegelfabrikation wenig tauglich ist, kann durch Pressen in trocknem Zustande in so festen Zusammenhang gebracht werden, daß man daraus Bausteine erhält; ja es taugt hiezu jede Felderbe, welche nicht zu fett, und feucht ist:

Man gräbt die Erde mit dem Spaten, zertheilt sie mit der Schneide derselben, und befreit sie so viel möglich von Steinen und Wurzelwerk. Ist sie zu feucht, so läßt man sie einige Zeit an der Luft liegen, und wenn sie zu trocken scheint, wird sie einige Zeit vor der Bearbeitung benäßt. Sie soll sich in der Hand ohne Schwierigkeit zusammenballen lassen, und nicht so bröcklig seyn, daß sie sich anders als mit der Schaufel oder dem Spaten theilen läßt. Bei trockener Witterung spaltet sich solche Erde im Felde. Am besten ist es, dieselbe auf ähnliche Weise durch Treten vorzubereiten, wie man den unreinen Ziegelthon behandelt.

Zum Pressen sind verschiedene Vorrichtungen empfohlen worden. Darunter verdient vorzügliche Aufmerksamkeit die Preß-Methode von Isenard in Odessa. *) Die Maschine, deren sich derselbe bedient, gleicht einer einfachen Ramme, wie man sie zum Einschlagen von Pfählen bei Bildung von Flußgestaden gebraucht. Sie ist aus 6 Holzbalken zusammengesetzt. Im Kopfe eines dieser Balken befindet sich eine Rolle, über welche ein Seil läuft, das an einen schweren eichenen, stark mit Eisen beschlagenen und genau winkelrecht bearbeiteten Kloß befestigt ist. Auf dem nämlichen Balken befindet sich eine hölzerne Laufschiene, worin sich das Seil bewegt, und die daher den Fall des Klotzes, welcher durch das Seil emporgezogen worden ist, reguliren, und ihm eine gleichmäßige, von allen Schwankungen freie Bewegung verschaffen soll. Der herabfallende Kloß drückt zunächst einen hölzernen, stark mit Eisen beschlagenen Stämpel, welcher auf eine Form gesetzt ist, die man mit Erde gefüllt hat. Diese Form besteht aus ½ Z. dickem Gußeisen, und ist inwendig vollkommen glatt und abgeschliffen, von aussen aber durch einen von starkem, zähen Holze gearbeiteten Kasten genau umschlossen, welcher noch von eisernen Bändern umgeben wird. Sie befindet sich auf einem starken, niedrigen Tisch von Eichenholz in einer Art von Schieber eingelassen, welcher um eine Schraube beweglich ist, und dem eine viereckige Oeffnung im Tische entspricht.

---

*) Sieh Bauzeit. J. 1838.

Die Erde kommt in einem fein zertheilten, staubartigen Zustande in die Gußeisenform, diese wird aber nur zur Hälfte gefüllt, daher sie noch einmal so hoch seyn muß, als der zu formende Stein. Wenn selbe gefüllt ist, setzt man den in ihre Ränder einpassenden Stämpel auf, zieht den Klotz in die Höhe, und fängt mit dem Schlagen an. Die ersten Schläge dürfen aber nur kurze Prellschläge seyn, um dem Stämpel seine richtige Stellung zu geben. Nach 6 — 7 Stunden bringt derselbe bereits so weit in die Form, daß der Stein gebildet ist. Jetzt dreht der Arbeiter den Schieber um seinen Dorn, bis sich derselbe auf der viereckigen Oeffnung des Tisches befindet. Da diese gerade so groß ist, wie der Umfang des Steins, und die Form selbst keinen Boden hat, so fällt letzter durch den Tisch, wird in darunter ausgespannter Leinwand aufgefangen, und von da durch einen zweiten Arbeiter entfernt.

Es können auf diese Art von 12 Z. langen, 8 Z. breiten, und 6 Z. dicken Steinen in einem Sommertage ohngefähr 1500 Stück fertig werden. Diese Steine haben sogar Vorzüge vor den in Ziegeleien verfertigten gewöhnlichen Lehmziegeln, die man nicht brennt, sondern blos trocknet. Nach Versuchen von Isenard sind selbe so fest, daß sie mit Gewalt gegen die Erde geworfen, nicht brechen, sondern sich nur an den Kanten abstumpfen. Sie lassen sich nur durch Schrotsägen ohne Hinderniß zertheilen, widerstehen Flintenkugeln, und an einem 3½' dicken Mauerwerk verursachte selbst eine Kanonenkugel keine Zerstörung.

Es bedürfen diese Steine keines besondern Bindemittels, wie die trocknen Lehmziegel. Sie dürfen auf der Oberfläche nur mit Wasser benetzt werden. Auf feuchtem Baugrunde können sie aber nur dann benützt werden, wenn man ein Fundament von Bruchsteinen oder Backsteinen bildet. Auch nehmen selbe gleich den Lehmziegeln einen Anwurf nicht gerne an.

In Gegenden, wo Bausteine und Holz selten sind, leisten sie vortreffliche Dienste, und man kann sie wenigstens für landwirthschaftliche Gebäude mit dem größten Vortheil anwenden.

Für Gebäude zur Aufbewahrung von Getreide u. dgl. empfehlen sie sich besonders der Feuersicherheit wegen.

V. Vom Kalke und Mörtel.

Zur festen Verbindung von allen Bruch- oder Natursteinen, welche unbehauen, oder als sogenannte Rauhmauersteine zum Bauen verwendet werden, so wie selbst für behauene Bruchsteine, und für alle gebrannten Lehmsteine dient als das wirksamste, und dauerhafteste Bindemittel der Kalkstein, nachdem er gebrannt worden, mit Wasser gelöscht, in Brei verwandelt, und mit einer Zugabe von Sand als Mörtel auf die Oberfläche und in die Zwischenräume der sich deckenden Steine gebracht worden ist. In diesem Zustande erlangt er allmählig Steinhärte, und erleidet durch Luft oder Wasser nicht leicht eine Zerstörung mehr. Damit er aber in dieser allgemeinen und höchst wichtigen Anwendung, welche nebst der Güte der Steine den größten Einfluß auf die Dauer der Gebäude hat, den Erwartungen entspricht, die man von ihm hat, muß er gehörig behandelt werden. Dieß gilt: 1) In Rücksicht auf das Brennen, 2) in Rücksicht auf das Löschen und 3) in Hinsicht auf die Mörtelbereitung selbst.

1. Vom Brennen des Kalkes.

2.

Der kohlensaure Kalkstein findet sich bekanntlich ungeheuer mächtig in Gebirgszügen, die über viele Länder hinlaufen, vorzüglich als das erste, wichtigste Glied des sogenannten Flötzgebirges fast in allen Formationen dieses Gebirges, auch schon im Ur- und Uebergangsgebirge u. s. w., aber mit einem oft wechselnden Charakter auftretend, bald mehr, bald minder rein, gewöhnlich thonig, oft auch kieselig, bittererdehaltig u. s. w., krystallinisch oder dicht, welche Verschiedenartigkeit auf seine Verwendung einen großen Einfluß äußert. Man hat sich schon in sehr früher Zeit durch Erfahr-

ung überzeugt, welche wichtige Veränderung derselbe zunächst im starken Glühzustande, oder durch das Brennen erleide. Jetzt weist man chemisch nach, daß diese Veränderung hauptsächlich in einem Verlurste seiner Kohlensäure und seines Wassers bestehe. Der kohlensaure Kalk besteht aus 43,7 Theilen Kohlensäure, und 56,3 Theilen Kalk (Kalkerde, Calciumoxyd), nebst einem unbestimmten Antheil an Feuchtigkeit oder Wasser. Durch den Glühzustand wird die Kohlensäure aus ihrer chemischen Verbindung mit der Kalkerde gebracht, sie entweicht als Gas, während das enthaltene Wasser verdampft. Vollkommen gebrannter Kalk ist daher reine Kalkerde (auf ein Atom Calcium 71,91 und auf 1 At. Sauerstoff 28,09), welche in diesem Zustande in der Natur nicht vorkömmt. Dieses Produkt liefert der Kalkstein aber nur, wenn er rein ist, d. i. nebst Kohlensäure und Kalkerde nicht auch fremde Erden, Kieselerde, Thonerde oder Metalloxyde enthält, daher sein Produkt nach dem Brennen nicht immer gleich ist. Man nennt letzteres bekanntlich Aetzkalk wegen seiner ätzenden, die organischen Körpertheile zerstörenden Eigenschaft, oder auch lebendigen, ungelöschten Kalk mit Bezug auf das nachherige Löschen.

Der rohe Kalkstein soll daher: 1) So vollständig, als möglich gebrannt werden, weil er nur durch vollkommnes Brennen seine Kohlensäure völlig verliert, dadurch erst vollständig löschbar, dann kräftig bindend u. s. w. wird. 2) Soll beim Brennen so viel möglich Kostenaufwand und Zeit erspart werden. Für beide Zwecke sind gute Brennöfen nöthig. Nur für einen momentanen, eingeschränkten Bedarf an Kalk, und für Bauten von geringer Bedeutung pflegt man den Kalkstein blos in Gruben auf dem Felde, oder in sogenannten Feldöfen (Meilern) zu brennen, indem man nur aus ungebrannten Kalksteinen ein lockeres Feuergewölbe, oder auch mehrere Feuerkanäle zusammensetzt, wohin das Brennmaterial kömmt, und über denselben noch eine Quantität von kleinern Steinbruchstücken aufhäuft. Gewöhnlich aber brennt man den Kalkstein in eigens dazu bestimmten bleibenden Oefen, die mit Ziegelsteinen oder feuerfesten Bruchsteinen regelmäßig erbaut werden. Die Einrichtung derselben ist nach dem Brennmaterial,

welches man zu verwenden veranlaßt ist, nach der Menge des Kalkes, und nach den Zeiträumen verschieden, in welchen man einen Brand dauern läßt. Die Oefen, worin man mit Torf oder Steinkohlen brennt, müssen wie immer mit einem besondern Roste, Aschenfall und Aschenheerd versehen seyn. Uebrigens können Kalk-Oefen sogenannte liegende für Holzfeuerung, oder stehende für Holz- oder Torf- und Steinkohlenfeuerung seyn. Die erstern taugen nur zum Brennen einer bestimmten aufgegebenen Menge Kalkes, oder zum periodischen (intermittirenden) Brennen; die letztern können so eingerichtet seyn, daß man den Brand unter fortwährendem Aufgeben von Kalk ununterbrochen (oder kontinuirlich) fortsetzen kann. Liegende Oefen haben eine länglich viereckige Gestalt, und eine im Verhältniß ihrer Länge nur unbedeutende Höhe. Sie sind mit einem niedrigen Gewölbe überspannt, in welchem sich viereckige Zuglöcher in Reihen befinden, die man beliebig mit Thonstöpseln theilweise verschliessen kann, wodurch mit Veränderung des Luftzuges das Feuer regulirt wird. Ueber dieses flache Gewölbe kömmt noch in einem kleinen Abstande ein zweites, der Feuersicherung wegen, weil durch jenes die Flamme schlägt, mit Schornsteinen und 2 besondern Seitenöffnungen zum Ausgang der Dämpfe und des Rauches versehen. Die Zugänge oder Oeffnungen zum Eintragen des Brennmaterials, oder die sogenannten Schüröffnungen befinden sich, an der Zahl 3, entweder blos nur an einer der langen Wände des Ofens, oder auch an der entgegengesetzten langen Seite, und an einer der schmalen Seitenwände ist der Zugang für das Eintragen des rohen Kalkes, der während dem Brande mit Ziegelsteinen verschlossen, und nach vollendetem Brande wieder aufgebrochen wird, um die garen Steine herauszunehmen. Solche Oefen sind indeß wenig im Gebrauche. Am häufigsten hat man stehende Oefen oder Schachtöfen, oft von bedeutender Höhe. Man erbaut solche Oefen entweder aus guten Bruchsteinen oder Backsteinen, die von aussen noch einen Ueberzug oder Mantel von Lehm, auch Kalkmörtel bekommen. Wo es die Lokalität erlaubt, erbaut man selbe in einem Bergabhange, so daß fast die Hälfte des Umfangs in der Bergumfassung steht. Der Brennraum oder

Schacht wird eiförmig mit Hülfe einer Brettlehre aufgeführt. Die Weite am Heerde beträgt etwa die Hälfte der größten lichten Weite, die obere Weite $\frac{5}{12}$ derselben, die Höhe $1\frac{1}{2}$, bis zum Doppelten der Bauchweite. An der Sohle eines solchen Ofens wird ein Spitzgewölbe aus größern rohen Kalksteinen errichtet, welche zwar fest aufeinander ruhen, aber viele Zwischenräume nach oben zum Durchgang der Luft und des Feuers lassen. Man verfährt dabei zweckmäßig so, daß man aus den größern und passenden Steinen Bogen bildet mit 2 — 3 Zoll Zwischenräumen, in welche Zwischenräume man kleinere Steine, ebenfalls mit gehöriger Entfernung von einander einfügt. Unter dieses Gewölbe kömmt nämlich das Brennmaterial, welches Holz ist, das man durch eine Schüröffnung an der besonders aufgemauerten Vorderwand des Ofens einträgt. Ueber das Gewölbe werden Kalksteinstücke geschichtet, ebenfalls in etwas bogenförmiger Lage, und die größern mehr in die Mitte, bis der Schacht voll ist. Zwischen selbe werden besonders gegen die Seitenwand große Holzstücke (Holzstangen oder Baumstücke) eingelegt, zur bessern Verbreitung des Feuers nach den Seiten, indem nach dem Verbrennen derselben Zugkanäle entstehen. Es werden solche Oefen bis zu 10 Kubikklafter Rauminhalt gebaut.

An der Gicht solcher Oefen wird zur Abhaltung des Windes und Regens auch eine Art von Dach angebracht, mit Läden an den Seiten, die man beliebig nach der Richtung des Windes öffnen und schließen kann. Die Schüröffnung pflegt man während dem Brande theilweise mehr oder minder leicht zuzumauern, um den Luftzug zu vermindern oder zu verstärken.

In München wird, obwohl der Bedarf an Kalk sehr groß ist, in periodischen Oefen gebrannt. Ein solcher Ofen ist aus einem 2 Stein dicken Mauerwerke von Ziegelsteinen gebaut, mit einem Ueberzuge von Thon, und hat die Form eines verlängerten Ovals, mit einem eliptischen Umfange, eine Höhe von 24 F., eine größte Weite im Lichten von vorne nach hinten zu 15 F., in der Breite $11\frac{1}{2}$ F. Der höchste Theil des Schachtes ist merklich verengert; die Mündung daselbst (sonst die Gicht) hat einen größern Durchmesser von 4 F., und einen kleinern von 3 F.; der Heerd

hat 14 F. von vorne nach hinten, 7 F. in der Breite. An der Vorderseite ist eine senkrechte Wand aufgemauert mit einem Schürgewölbe, welches 5 F. hoch, 3 F. breit und 5½ F. lang ist. Am Grunde desselben, und etwas über die Wand des Ofens hinaus ist zur Verstärkung des Luftzuges und auch als Rost dienend ein Kanal eingemauert, theils offen, theils mit quer darüber rostförmig gelegten Steinen, und in einiger Höhe über demselben geht durch die Ofenwand ein kleiner bedeckter Kamin, durch welchen man den aus dem Schacht steigenden Rauch beim Beginne des Brandes beobachten kann. Fast gegenüber dem Schürgewölbe befindet sich in der Schachtmauer 15 F. hoch über der Sohle des Ofens ein Eingang, welcher die Gicht ist, 4½ F. hoch und 3 F. weit. Bis zur Höhe derselben ist der ganze Ofen in Erde mit gepflasterter Oberfläche eingesenkt, so daß von demselben nur 8 Fuß frei empor ragen. Im innern untern Theil desselben findet keine Verbindung der Steine statt, wegen der leichteren Ausbesserung des durch vieles Brennen schadhaft werdenden Mauerwerks, das aber im höhern Theil (der Haube) nicht der Fall ist. Uebrigens sind zwei solche Oefen in geringem Abstande nebeneinander befindlich, ringsum durch die Hinterwände eines selbe quadratisch umschließenden Wohngebäudes geschützt. Jeder faßt 45 Muth Kalk*). Wenn ein Ofen in Betrieb gesetzt werden soll, so wird nach Errichtung des Gewölbes aus großen Kalksteinstücken eine hölzerne Brücke über die gemauerten Treppen, die zur Gicht führen, vorgerichtet, und quer in den Ofen fortgesetzt. Auf selber werden die Kalkgeschiebe in Karren eingeführt, und in den Ofen entleert. Damit fährt man fort, bis selbe die Höhe der Gicht erreicht haben. Zwischen den Steinen werden auch einige Floßbaumstücke eingesenkt. Wenn der Ofen gehörig voll ist, so schließt man die Gicht mit einfachen Ziegelsteinen, welche von außen mit Lehm verstrichen werden. Jedoch läßt man eine Oeffnung von einem Stein, um durch diese Oeffnung den Brand der Kalksteine beobachten zu können. Auch die Schüröffnung wird nach Beschaffenheit

*) Eine Muth zu 24 Metzen, der Metzen zu 30 kr.

des herrschenden Luftzuges mehr oder minder verschlossen, oben mit einer eisernen Thür, unten mit Ziegelsteinen ausgesetzt. Die Schachtmündung nach oben kann auch gegen den Regen, wenn die Steine gebrannt sind, durch ein auf einer Balkenlage ruhendes und bewegliches Eisendach geschützt werden.

5.

Man beginnt den Brand in solchen Oefen mit einem mäßigen Feuer (Schmauchfeuer), wodurch die Steine allmählig getrocknet und erwärmt werden; indem selbe durch zu schnelle Erhitzung zu stark ausgedehnt, und durch die gewaltsame Entbindung von Wasserdämpfen leicht ein Springen und Einstürzen der das Gewölbe bildenden Steine verursacht werden könnte. Es steigen daher anfangs blos Dämpfe und Rauch in die Höhe, und aus der Gicht oder Schachtmündung kömmt ein dicker, schwarzer Qualm. Es wird dann das Feuer verstärkt, bis (nach ohngefähr 6 — 8 Stunden) die Flamme durchschlägt, und die Steine des Gewölbes lebhaft rothglühend werden. Die Flamme selbst ist anfangs dunkelroth. Nun läßt man durch fleißiges ununterbrochenes Nachlegen von Brennmaterial beinahe Weißglühhitze im Heerde eintreten, welchen Zustand man theils an der Farbe der Steine, theils der Flamme erkennt, die aus dem Rothen in's Violete und Blaue, und dann in's Weiße übergeht. Wenn die größte Hitze einige Zeit gedauert hat, so läßt man das Feuer wieder allmählig sich mindern, und den Ofen auskühlen, wobei besonders eine zu schnelle Abkühlung vermieden werden muß, welche die Richtung des Luftstromes verkehren, und das Feuer aus dem Schürgewölbe heraustreiben würde. Nach gehöriger Abkühlung öffnet man das letztere, und zieht den garen Kalk allmählig heraus. Die Zeit, welche zum Brande nöthig ist, beträgt 2 — 5 Tage, oder mehr, je nach den Umständen. Die Geschiebe, welche man in einem beschriebenen Kalkofen in München brennt — worunter gewöhnlich sehr viele dolomitische Steine sind, erfordern 4 Tage und Nächte zum Garbrennen,

sobald trocknes Holz und gute Witterung den Brand begünstigen; sonst dauert derselbe 5 Tage und Nächte. Man braucht dazu 20 — 21 Klafter Fichtenholz (Floßholz). Das Einsetzen des Feuergewölbes erfordert einen Tag, eben so viel Zeit das Einfahren der Geschiebe. Zum Abkühlen gibt man einen Tag, und zum Ausnehmen der garen Steine ist eben so viel Zeit erforderlich. — Für Feuerung mit Steinkohlen oder Torf bedient man sich eben solcher Schachtöfen mit eiförmigem Schachte, die aber an der Sohle einen aus Ziegeln oder beweglichen Eisenstäben gemauerten Rost mit einem darunter befindlichen Aschenfalle haben.

6.

Zu einem ununterbrochenen oder kontinuirlichen Betriebe mit Torffeuerung baut man Schachtöfen mit mehrern Feuerheerden (3 — 5), welche seitwärts im Umfange der Schachtmauer angebracht sind, jeder mit einem Aschenfall. Mit diesen Heerden wechseln die Stichöffnungen oder Abzüchte, oder die Oeffnungen, welche zum Ausziehen des gebrannten Kalkes dienen, der sich auf der Sohle des Ofens sammelt. Sowohl die letztern als die erstern sind mit eisernen Thüren verschließbar. Damit ein Luftzug durch die Feuerheerde statt finden könne, sind unter denselben in der Schachtmauer eigene Luftkanäle angebracht. Der Schacht bekömmt eine Höhe von 24 — 38 Fuß. Er verjüngt sich allmählig nach oben, wo die offene Gicht ist, so wie nach unten gegen die Sohle. Sein größter Durchmesser beträgt bei einem 38 F. hohen dreischürigen Rüdersdorfer-Ofen 8 Fuß, an der Gicht 6 Fuß. Inwendig ist selber bis zu einer Höhe von 25 F. mit feuerfesten Ziegeln oder starken Thonplatten ausgekleidet. Die eigentliche aus guten Backsteinen gebildete Schachtmauer wird durch eine starke Wand von Rauhmauersteinen (rohen Kalksteinen) umgeben, welches Mauerwerk aber sich nicht unmittelbar an die eigentliche Schachtmauer anschließt, sondern sich davon in einem Abstande von einigen Zoll befindet, wegen der ungleichen Erwärmung der innern und äussern Wand, und der verhältniß-

mässig stärkern Ausdehnung der erstern beim Brande. Dieser Zwischenraum bleibt leer, oder wird mit Asche ausgefüllt. Im weitesten Raume der Rüdersdorfer=Oefen zu einer Höhe von 7 Fuß von der Sohle aus, befinden sich die von Ziegeln überwölbten und mit feuerfesten Steinen eingefaßten Schüröffnungen oder Schürgewölbe, welche mit Eisenthüren verschließbar sind, und zu den Rostfeuerheerden oder einem jedesmaligen Roste führen, der aus Thonplatten besteht, worin sich 3 — 4 Zoll weite Einschnitte zum Durchströmen der Luft befinden, und welche in der Mitte, wo sie zusammenstoßen, auf einer gewölbten Unterstützung ruhen. Mit der eigentlichen Ofenmauer ist bei den Rüdersdorfer=Oefen eine Mauer durch Gurtbögen und überwölbte Kappen in Form von Stockwerken verbunden, wodurch man Räume zur trockenen Aufbewahrung des Kalkes und des Brennmaterials erhält. Ein solcher Bau hat von Aussen das Ansehen einer abgestutzten gleichseitigen Pyramide mit doppelt so viel Seitenflächen, als Feuerheerde, indem auf einer Seite immer ein Schürgewölbe mit Heerd, auf der andern eine von den Abzüchten sich befindet.

7.

Ein solcher Ofen kann ununterbrochen so lange, bis er einer Ausbesserung bedarf, im Gange erhalten werden, indem man nämlich zuerst den Schacht nur bis zur Höhe der Feuerheerde oder Roste mit rohen Steinen füllt, und dann von den Abzüchten aus ein Feuer mit Holz beginnt, welches so lange fortgesetzt wird, bis der eingetragene Kalk gar ist. Man läßt nun denselben liegen, und bringt von der Gicht aus rohen Kalkstein darüber, welchen man in Kübeln herunterläßt. Mit diesem Eintragen fährt man fort, bis der Schacht voll ist, indem man zuletzt noch über die Gicht hinaus, ohngefähr 4 Fuß hoch, einen Kegel von Steinen auffsetzt, den man beim nachherigen Einsinken immer erneuert. Nun wird das Feuer von den Heerden aus mit Torf angefangen. Die Flamme, welche durch den Luftzug auf die rohen Steine getrieben wird, erhitzt selbe allmählig, und brennt die zunächst be-

findlichen gar, worauf man die Abzüchte öffnet, und aus selben so viel garen Kalk auszieht, als nöthig ist, damit der oberhalb den Feuerheerden befindliche gehörig nachsinken kann. Hierauf wird von der Gicht neuer Stein aufgegeben, und so fährt man mit dem Abziehen des gebrannten, und Aufgeben des ungebrannten Kalkes gleichmässig und ununterbrochen fort. Das Ausziehen des garen Kalkes wird durch die Form der Stichöffnungen und der Sohle erleichtert, und das Entweichen der heißen Luft durch einen Kanal begünstigt, in den nach oben jeder Abzugsraum ausmündet. Es kann das Abstechen alle 12 Stunden erneuert werden, und es werden dabei 20 bis 24 Tonnen Kalk (zu $7\frac{1}{2}$ Kubikf. preuss.) gewonnen.

8.

Oefen zum ununterbrochenen Gange mit Steinkohlenfeuerung haben einen Schacht von der Form eines hohen umgekehrten Kegels, in welchen der Kalkstein schichtenweise mit Kohle aufgegeben wird, und der Luftzug durch die Stichöffnungen statt findet. Man legt solche Oefen wegen Ersparniß an Mauerwerk und Erleichterung des Zuganges zur Gicht in Vertiefungen von Berglehnen an. Der Betrieb ist ganz einfach. Es wird nämlich durch die Abzüchte zuerst dürres Holz eingelegt, darauf eine ziemlich dicke Lage von größern Steinkohlenstücken, dann eine Lage Kalksteine, hierauf wieder eine dünne Lage Kohle, und so abwechselnd 4—5 Lagen. Nun zündet man das Holz an, und trägt erst wieder eine neue Lage Kohle und Kalkstein auf, wenn der Brand in der obersten bis jetzt vorhandenen Schicht sichtbar wird. In 2—3 Tagen ist der Einsatz vollendet, und der Ofen vollkommen im Brande. Bei dieser ersten Beschickung übersetzt man die Menge des Brennmaterials im Verhältniße zum Kalkstein, und mindert selbe allmählig, bis man auf das zum Verbrennen erforderliche Verhältniß zwischen Kalkstein und Kohle gekommen ist. Das Verhältniß des Kalksteins zur Kohle ist gewöhnlich dem Volumen nach bei guten Kohlen = 4 : 1. Zur Erhaltung des Luftzuges durchstößt man nöthigenfalls den Einsatz mit eisernen Stan-

gen. Wenn der Brand so einige Zeit gedauert hat, verlöscht das Feuer allmählig im untern Schachtraum, der daselbst schon hinlänglich durchgebrannte Kalk kühlt daher ab, und man zieht so viel davon heraus, bis wieder glühende Steine und Kohlen nachkommen. Der Abgang wird aber von der Gicht aus ersetzt, und auf solche Art der Ofen im steten Gange erhalten. Es gibt auch ähnliche Oefen mit einem cylindrischen Schachte und 8 Abzüchten. Der Brand in diesen Oefen läßt sich unterbrechen, wenn die Abfuhr von gebranntem Kalke aufhört, ohne daß man denselben ganz zu räumen und abzukühlen braucht. Man darf nur die Abzüchte schließen, und die Oberfläche des Einsatzes mit Kohlenklein und Erde decken. So wie man unten öffnet, und diese Bedeckung abnimmt, erneuert sich der Brand von selbst.

9.

Der Aufwand an Brennmaterial beim Kalkbrennen und die Zeit beim periodischen Brande hängen zwar von der Einrichtung der Oefen, dann von der zweckmäßigen Leitung des Feuers, auch von der Beschaffenheit des Kalksteines und der Luft ab. Eine bedeutende Ersparniß an Brennmaterial und Zeit bezweckt man aber durch die kontinuirlichen Oefen, indem diese ein Jahr fortgehen können, und die nach Verlauf einiger Tage jedesmalige Wiederabkühlung und erneuerte Erwärmung einen Ueberfluß an Brennmaterial und Zeit in Anspruch nehmen. Man gibt in dieser Hinsicht den kontinuirlichen Oefen überhaupt den Vorzug, welcher um so größer ist, je kleinerer Oefen man sich zum intermittirenden Brande bedient; denn kleinere Oefen für letztern Zweck erfordern am meisten Brennstoff, weil die Wandfläche, deren Wärme verloren geht, gegen den Inhalt des Ofens verhältnißmäßig größer ist. Oefen dieser Art von 300 Kubikfuß Inhalt machen für eine Klafter oder 108 Kubikfuß Stein $2\frac{1}{2}$ Klafter weiches, oder 2 Klafter hartes Holz nothwendig. Bei ohngefähr 1000 Kubikfuß Rauminhalt des Ofens mindert sich der Holzbedarf schon um $1\frac{1}{2}$ Klafter. Der Bau eines großen Schachtofens muß aber durch

entsprechende Zu- und Abfuhr von Kalk vergütet werden. Beim Kalkbrennen gehen überhaupt durch die Gicht mit der heißen Luft wohl drei Viertheile des Brennstoffes verloren.

Daß auf das Brennen auch die zweckmässige Unterhaltung des Feuers, gehöriger Luftzug und die Beschaffenheit des Brennmaterials Einfluß habe, kann wohl keinem Zweifel unterliegen. Es hat hierauf aber auch die natürliche Beschaffenheit des Kalksteines einen bedeutenden Einfluß. Ein sehr dichter, harter Kalkstein (Marmor) brennt sich schwerer, als ein zerklüfteter von lockerer Beschaffenheit. Die Beschaffenheit der Luft erschwert oder befördert ebenfalls das Brennen. Man hat beobachtet, daß ein Feuchtigkeitszustand derselben, so wie der Steine selbst, das Brennen nicht verzögert, sondern vielmehr befördert, indem die Kohlensäure zugleich mit den Wasserdämpfen schneller entweicht.

10.

Der reine gebrannte Kalk zeichnet sich durch eine blendend weiße Farbe, und durch Unschmelzbarkeit in jeder Ofenwärme aus. Er verliert durch das Brennen etwa 44 Proz. an Gewicht, und 10—20 Proz. an Volumen. Sein spezifisches Gewicht betägt 2,3. Ein bayer. Kubikschuh wiegt nahe an 102 ℔. Er hat einen sehr scharfen, alkalischen Geschmack, und wirkt schnell zerstörend auf alle organischen Gebilde, oder ist sehr ätzend. Der Luft ausgesetzt, zerfällt er bald zu Pulver, und mit Wasser benetzt, nimmt er dieses begierig und in verhältnißmässig großer Menge unter Entwicklung von so viel Wärme auf, daß diese bei einer etwas größern Quantität des Kalkes bis zur Rothglühhitze steigt, und damit beladene Fahrzeuge entzünden kann. Er zerspringt dann mit einem knisternden oder zischenden Tone. Diese Eigenschaften besitzt derselbe nicht immer in gleichem Maaße. Theilweise wird er oft zu schwach gebrannt, enthält daher noch Kohlensäure, und löscht sich nicht, oder er leidet auch einen Grad der Schmelzung, eine Zusammensinterung, und be-

kömmt oft einen völlig glasigen Ueberzug, wenn nämlich der Kalkstein nicht reiner kohlensaurer Kalk war, sondern noch Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd enthält, welches ein gewöhnlicher Fall bei Kalksteinen verschiedener Flötzformationen ist. In Berührung mit Asche kann auch reiner Kalk verglast werden. Solcher unlöschbarer Kalk heißt todtgebrannter Kalk. Größere periodische und kontinuirliche Oefen geben gewöhnlich mehr Abfall hievon, als kleine periodische Oefen. In den kontinuirlichen Oefen ist jedoch dieser Verlurst verhältnißmäßig wieder kleiner, als in den großen periodischen, weil daselbst der Kalk in dem Raume des Schachtes, welcher der heftigsten Glühhitze ausgesetzt ist, nicht lange verweilt, daher auch nicht so leicht überbrannt werden kann, wie in den periodischen Oefen.

Im Allgemeinen gibt der reinere Kalkstein, welcher an fremden Gemengtheilen nicht über 10 Proz. enthält, einen sogenannten fetten Kalk; und der unreinere, der über 10, 20 — 25 Proz. fremde Gemengtheile, besonders Thon und Bittererde enthält, den magern Kalk. Jener löscht sich leicht mit Wasser unter lebhaftem Zischen, fällt schnell auseinander, schwillt stark auf, was man Gedeihen nennt, und gibt einen fettig schlüpfrigen, schneeweißen, steifen und stark bindenden Teig. Der letztere löscht sich mit weniger Erhitzung, langsamer, und mit geringerer Zunahme an Volumen, oder er gedeiht weniger, gibt auch einen an der Luft weniger bindenden, nicht zähen Teig.

2. Vom Löschen des Kalkes.

1.

Wenn der frisch gebrannte Kalk mit Luft in Berührung ist, so löscht er sich von selbst, wodurch er nach und nach in ein scheinbar trockenes Pulver zerfällt; kömmt er aber mit Wasser in Berührung, so zerfällt er schnell in Stücke, und löscht sich unter starker Erhitzung sehr bald vollständig. Er verbindet sich in beiden Fällen chemisch mit Wasser, so daß ein Kalkhydrat entsteht, das

bei einem Ueberschuß an Wasser in einen gleichförmigen Brei oder Teig sich verwandelt. Das Wasser, welches hiebei an den Kalk tritt, als Krystallisationswasser sich verdichtend, gibt sehr viel Wärme ab, daher die schnelle Erhitzung des sich löschenden Kalkes, welche besonders groß ist, wenn kein überschüssiges Wasser vorhanden, wenn man z. B. den Kalk blos in das Wasser eintaucht, und schnell wieder herauszieht; beim allmähligen, langsamen Löschen des Kalkes an der Luft nimmt derselbe aber nicht blos Wasser, sondern auch Kohlensäure auf, die mit Feuchtigkeit in der atmosphärischen Luft vorkömmt. Dadurch bildet sich neben dem Kalkhydrat auch ein Kalkcarbonat, wodurch eine Erhärtung von Kalktheilen erfolgt, die sich dann nicht mehr mit Wasser verbinden oder löschen, folglich auch keine bindende Kraft mehr haben.

Hierauf gründet sich der Vorzug oder die Mangelhaftigkeit der verschiedenen Lösch-Methoden in Bezug auf Benützung des Kalkes zur Mörtelbereitung. Durch das langsame Löschen an der Luft bekömmt man einen schlecht bindenden Kalk, eben so durch bloßes schnelles Eintauchen des Kalkes in Wasser und nachheriges Löschen an der Luft. In beiden Fällen nimmt der Kalk Kohlensäure aus der Luft auf, und dient wenigst zu Luftmörtel nicht mehr gut. Es bleibt daher nur die schon seit alten Zeiten übliche Methode übrig, den Kalk in Löschkästen durch Uebergießen mit Wasser zu löschen. Nur auf diesem Wege löscht sich derselbe vollständig, oder geht vollkommen auf. Man nimmt an, daß für fetten Kalk das $3\frac{1}{4}$fache Gewicht des Wassers zum Löschen, oder Umwandlung in steifen Brei nöthig ist, welcher das $3\frac{1}{2}$fache Volumen des gebrannten Kalkes annimmt. Beim Löschen auf diese letztere Weise in Löschkästen durch Uebergießen beträgt die Vermehrung des Volumens $3\frac{1}{2}$, beim Löschen durch Eintauchen in einem Korbe, auf diese Art zu Pulver zerfallen, und dann mit Wasser zu Brei gelöscht, ist sie = 2,56, und beim bloßen Zerfallen an der Luft und Verwandlung des Pulvers zu Brei = 1, 7. Solcher Kalk fühlt sich sogar sandig an, verhält sich überhaupt wie magerer Kalk, und es verdient daher das Löschen durch Uebergießen schon deßwegen den Vorzug, weil man dadurch eine viel feiner

zertheilte Masse erhält, die vielfältigere Berührungspunkte beim Mauern darbietet.

Man hat zum gewöhnlichen Löschen länglich viereckige Kästen (Truhen), welche aus Brettern zusammengeschlagen werden, 15—18 Zoll hoch sind, an einer schmalen Seite eine Oeffnung mit einem Drahtgitter und einen senkrechten Schieber haben. Diese Kasten stellt man unmittelbar neben einer Kalkgrube auf, wohin man den gelöschten Kalk abläßt. Die zum Löschen bestimmten Steine werden am Boden des Kastens flach ausgebreitet, dann anfänglich mit Wasser nur so stark genäßt (besprengt), daß sie zerspringen, anfangen zu schwellen, und in kleine Stücke zu zerfallen. Hierauf gießt man mehr Wasser nach, zerstößt die Theile mit der Löschkrücke, und zerrührt die Masse so lange fleißig, bis sie sich in einen gleichförmigen steifen Brei verwandelt hat, den man nun in die Kalkgrube durch das Gitter des Kastens abschiebt, und diesen neuerdings füllt. Man macht hiebei die Erfahrung, daß ausser der Reinheit und dem gehörigen Brennen des Kalkes noch andere Umstände auf die Leichtigkeit des Löschens Einfluß haben. Besonders hat hieran die Struktur der Steine, so wie schon an dem Brennen derselben Antheil. Der dichte Kalkstein löscht sich besser und mit weniger Hitze, als der krystallinisch körnige und der Kalkspath. Der Muschelkalk, obwohl ein reiner Kalk, löscht sich nicht so gut, wie reiner Steinkalk.

Das Wasser zum Löschen soll sogenanntes weiches Wasser, Flußwasser, Brunnenwasser laufender Brunnen, welches nicht in beträchtlicher Menge Kohlensäure, oder salz= und salpetersaure Salze mit sich führt, oder Regenwasser seyn. Durch die Gegenwart jener Körper wird der Mörtel nicht blos weniger bindend, sondern es bilden sich in ihm auch zerfließliche Salze aus salzsaurem und salpetersauren Kalke, welche den Zusammenhang der Mörteltheile aufheben. Deßwegen taugt hiezu auch Meerwasser nicht.

Beim Löschen ist überhaupt Fleiß und Sorgfalt anzuwenden, indem hievon zunächst die Güte des Mörtels abhängt. Es kann aus Unachtsamkeit oder Unfleiß leicht zu wenig oder zu viel Wasser genommen werden. Im ersten Fall pflegt der Kalk, wie man

sagt, zu verbrennen, im zweiten Fall zu ersäufen. Mit zu wenig Wasser backen die Theile in Folge des zu geringen Löschens zusammen, mit zu viel Wasser wird der Brei verdünnt, verliert ebenfalls an bindender Kraft, vertrocknet nur sehr langsam, und springt oder reißt leicht beim Trocknen. Es leuchtet auch von selbst ein, daß man den Kalk nach dem Brennen nicht lange an der Luft liegen lassen, sondern bald löschen, und den ungelöschten beim weitern Transport so gut wie möglich vor Feuchtigkeit und Luft schützen soll.

Gelöschter Kalk nimmt an Gewicht wenigst um so viel zu, als er durch Brennen verloren hat, ja es kann die Gewichtszunahme noch viel größer seyn. Das Verhältniß dieser Gewichtszunahme ergibt sich aus den Bestimmungen von Triest:

Gewicht eines Kubikf. rohen Kalksteines.	Gewicht des daraus gebrannten Kalkes.	Menge des gelöschten Kalkes.	Gewicht des gelöschten Kalkes.
160 ℔. 23½ Lth.	83 ℔. 17 Lth.	3½ Kubikf.	280 ℔. 31 Lth.

2.

Der gelöschte Kalk wird in viereckigen tiefen Gruben aufbewahrt, die man mit Brettern aussetzt und oben zudeckt. Man nennt dieß das Einsumpfen des Kalkes, und legt einen großen Werth darauf, denn der Erfahrung zur Folge ist längere Zeit eingesumpfter Kalk besser, als frisch gelöschter. Dieser Vorzug läßt sich auch leicht erklären. Es erfolgt nämlich in den Gruben noch von selbst eine Art innigern Nachlöschens des darin befindlichen Kalkbreies. Das Wasser desselben bewirkt allmählig eine noch feinere Zertheilung der Masse, daher sich diese immer dichter zusammensetzt, während überflüssiges Löschwasser in die Höhe tritt, und die Oberfläche des Kalkes bedeckt, wo es verdünstet, oder auch abgeschöpft werden kann. Damit aber die Oberfläche

nicht durch Aufnahme von Kohlensäure erhärte, hält man den Zutritt der Luft durch eine Bretterdecke über der Grube und durch feinen Sand ab, den man in einer dünnen Schicht darüber streut. Diese Sanddecke wird so oft erneuert, als man Kalk aussticht. Man erhält den Kalk in wohl verdeckten Gruben unglaublich lange in vollkommen brauchbarem Zustande. Gut gelöschter und lange eingesumpfter Kalk läßt sich mit der Kelle ausserordentlich glatt streichen, und es hängen sich an selbe, wenn man ihn durchsticht, feine Theile wie von Leim an. Magern, sich langsam, und ohne starke Erhitzung, löschenden Kalk sucht man durch Zusammenhaltung der Wärme und Dämpfe vollständiger zu löschen, indem man das Löschen in einem bedeckten Kasten vornimmt, den man mit Kalk füllt, und wohin man das Löschwasser durch eine Oeffnung eingießt, oder man löscht den Kalk, in größerer Menge aufgehäuft, unter einer Decke von so viel Sand oder Zuschlag, als für die beabsichtete Mörtelbereitung nöthig ist, indem man das Löschwasser auf den Haufen bringt. Die sich ergebenden Risse und Spalten deckt man wieder zu, und rührt dann das Ganze durcheinander.

3. Von dem Mörtel.

1.

Der gelöschte Kalk gibt für sich kein vollkommen geeignetes Bindemittel für Mauersteine. Er würde zwar ohne Beimischung schon hinreichend bindende Kraft besitzen, allein bei der Erhärtung reissen, und sich zerbröckeln, da man ihn in zu starken Lagen auf die Steinoberflächen, die entweder gar nicht eben, oder nicht glatt genug sind, auftragen müßte. Damit er daher eine kompakte, sich nicht zertheilende Masse zwischen den Steinen bilde, mischt man ihm einen mehr oder minder klein zertheilten, festen, durch Luft und Wasser sich nicht ändernden Körper, oder Sand bei, zu welchen er hinlängliche Adhäsion hat. Nimmt man nun gewöhnlichen fetten Kalk, und mengt ihn mechanisch mit der nöthigen Menge

Sand, so bekommt man einen Mörtel, der wohl an der Luft, aber nicht unter Wasser erhärtet und bindet, welchen man daher auch Luftmörtel nennt. Für den Wasserbau ist ein anderer Mörtel nöthig, welcher auch unter Wasser in Folge eines eignen chemischen Vorganges vollkommen hart wird. Diesen nennt man deßhalb Wassermörtel oder hydraulischen Mörtel. Für die Bereitung und Verwendung des ersten sowohl als des letztern gelten daher besondere Vorschriften.

6. Vom Luftmörtel.

2.

Der Luftmörtel, welcher der gewöhnlichste ist, wird aus gelöschtem Kalke und Sand mit einer entsprechenden Menge Wasser bereitet. Diese Bereitung beruht blos auf einer mechanischen Mengung, wodurch ein gröblicher Brei entsteht. Diese Mengung muß aber so vollständig geschehen, daß die Masse gleichartig wird, oder von gleicher Consistenz ist, und keine hellen Kalkstreifen oder dunklen Sandstreifen mehr darin sichtbar sind. Ein schlecht durchgearbeiteter Mörtel gibt nie ein so festes Produkt, wie ein fleißig durchgerührter, besonders wenn die Sandtheile ziemlich ungleich sind. Daher ist die hiebei nöthige Arbeit um so mehr zu beaufsichten, als oft auch aus Nachlässigkeit der Arbeiter das gehörige Verhältniß beim Zusatz von Wasser nicht beobachtet wird. Uebrigens ergibt sich von selbst, daß die Güte des bereiteten Mörtels, d. i. seine Fähigkeit zu binden und dauernde Härte zu erlangen, auch von der Beschaffenheit der hiezu nöthigen Körper, sowie von den quantitativen Verhältnissen derselben abhängt.

3.

Man hält für Luftmörtel den fetten Kalk überhaupt für den besten, weil er beim Löschen sein Volumen am meisten ver-

größert, und sich am feinsten zertheilt, daher auch bei gleichem Gewichte am meisten Sand aufzunehmen fähig ist, sich auf eine verhältnißmäßig größere Oberfläche verbreitet, dabei die dünnsten Schichten bildet, und in diesem Zustande am leichtesten erhärten, und kräftiger binden kann. Solchen Kalk nimmt man gut gelöscht, und schon einige Zeit eingesumpft.

Zum Sande dient jeder zerkleinerte mineralische Körper, welcher hinlänglich rein von Thon, Dammerde, Salzen u. s. w. ist. Man kann daher mit Quarzsand, Feldspath=, Kalk= und Glimmersand Mörtel bereiten, oder mit Gemengen solchen Sandes. Der beste ist aber immer der harte, unverwitterbare Quarzsand. Ein Hauptvorzug jeder Art des Sandes besteht darin, daß er rauhe Oberflächen hat. Man sagt gewöhnlich eine scharfeckige Form der Körner wäre die beste, oder je kantiger und eckiger der Sand wäre, desto besser sey derselbe. Indeß ist es schon hinlänglich, wenn nur überhaupt die Oberflächen nicht glatt sind; denn in diesem Falle vermag er bei der Erhärtung des Mörtels dem Kalke weniger zu adhäriren, da er demselben weniger Berührungspunkte darbietet, und gibt ein weniger festes Produkt. Man zieht daher den schärfern Grubensand, welchen man aus den Sandgruben bekömmt, die man auf sandigem Lande eröffnet, dem Fluß= und Quellensande vor, dessen Körner nicht blos kuglig abgerundet, sondern auch glatt sind. Sand aus dem Meere kann man nur nach sorgfältigem Auswaschen in süßem Wasser benützen. Auch hält man es für rathsam, den meisten Grubensand noch durch Auswaschen oder wenigstens Durchwerfen durch ein Gitter zu reinigen; denn er ist mit thonigen und erdigen Theilen vermischt, welche die Adhäsion zwischen Kalk und Sand schwächen, weil sie gar keine bindende Kraft zum Kalke haben. Die Gegenwart von Humustheilen in der Dammerde kann zu nachtheiligen Zersetzungen im Mörtel Anlaß geben; eben so die Anwesenheit salziger Stoffe. Abgesehen von dieser Unreinheit hält man den Sand in der Praktik für gut, wenn er zwischen den Fingern in der Hand sich scharf anfühlt, einen knirschenden Ton von sich gibt, und auf ein Tuch

geworfen, wenig oder nichts von erdigen Theilen zurückläßt. Die Größe der Körner des Sandes muß sich nach dem Zwecke richten, wozu der Mörtel dient. In Mörtel, der zur äussern Verputzung des Mauerwerks u. dgl. dient, darf nur ein sehr feiner Schweißsand kommen, eben so in Mörtel für behauene Steine, dagegen in Mörtel zum Vermauern von Ziegelsteinen mittelfeiner, und für unbehauene Bruchsteine grober Sand (Grand). Der durchaus feine Sand macht den Mörtel zu gleichförmig dicht, und taugt daher nicht für Ziegelmauern, da er zwischen die Steine derselben nicht in zu dünnen Lagen kommen darf, und zu langsam erhärtet. Durchaus grober Sand läßt zwischen den Kalktheilen zu viel Zwischenraum. Am besten ist es, wenn mit den kleinen Körnern auch größere in unmerklichem Verhältnisse wechseln, so daß in die Zwischenräume, welche die größern Körner zwischen sich lassen, die kleinen eingestreut zu liegen kommen. Man kann daher den feinern Sand mit einem gröbern, durch welchen nicht zu große Abstufungen in der Größe der Körner entstehen, mengen. Es entsteht dadurch nach Erhärtung der Masse eine Conglomeratbildung, wie selbe allenthalben die Natur selbst zeigt. Das Wasser zum Anmachen des Mörtels ist Fluß- oder Regenwasser, wie beim Löschen des Kalkes.

4.

Das quantitative Verhältniß zwischen Kalk, Sand und Wasser ist von der größten Wichtigkeit. Enthält der Mörtel zu wenig Sand, so wird er eben so wenig ein hinlänglich hartes Produkt geben, als wenn er zu viel enthält, weil in dem ersten Falle zu viele Theile des Kalkhydrats in keine Berührung mit Sandkörnern kommen, und in letzterem Falle viele Sandkörner in gar keine, oder nicht hinlängliche Berührung mit dem Kalkhydrat. Kalk und Sand sollen eigentlich nur in einem solchen Verhältnisse gemengt seyn, daß alle Sandtheile gehörig von dem Kalke umschlossen werden können; daher die allergeringste Quantität steifen Kalkbreis für ein gegebenes Maaß Sand diejenige seyn würde, die man mit dem letztern vermengen könnte, ohne Vermehrung des

Umfanges. Vermehrt man das Volumen des Kalkes noch um die Hälfte dieser geringsten Menge, so wird für gewöhnlich das entsprechende Verhältniß eintretten. Die Menge des Sandes hängt aber auch von der Beschaffenheit des Kalkbreies ab, indem fetter Kalk bei weitem mehr Sandzusatz erträgt, als magerer. Man rechnet auf 1 Kubikf. eingesumpften, steifen Kalkbreies von fettem Kalke 3 — 4 Kubikf. Sand, auf 1 Kubikf. von magerem Kalke nur 1 — $1\frac{1}{2}$ Kubikf. Sand. Die fremdartigen Gemengtheile in letzterm, und die unaufgeschlossenen Kalktheile verhalten sich selbst schon wie Sand. Letzteres gilt auch in Bezug auf zu schwach gebrannten Kalk. Es ist mithin nur ein ganz unbegründetes Vorurtheil, denjenigen Mörtel für schlecht zu halten, der nicht einen Ueberschuß an Kalk enthält, und es kann mit dem Sande nur zum Nachtheil für die Bindungskraft des Mörtels gespart werden. Zum Anmachen des Mörtels nimmt man so viel Wasser, als gerade nothwendig, um einen zäheflüssigen, gleichartigen Brei zu bilden, oder die Kalk= und Sandtheile durch fleißiges Durchrühren aufs vollständigste zu mengen; wobei aus Nachlässigkeit der Arbeiter theils zu wenig Sand, theils zu viel Wasser genommen werden kann. Der fertige Mörtel soll, mit der Kelle aufgefaßt, gleichmäßig langsam von selber abgleiten, und sich ohne Schwierigkeit in eine dünne Schicht vertheilen lassen.

5.

Fehlerfreier Mörtel muß mit der Zeit vollkommne Steinhärte erlangen. Auf die Steinfläche aufgebreitet verliert er nämlich allmählig sein überflüssiges Wasser durch Verdunstung desselben, oder er vertrocknet, wobei er schon unter Mitwirkung des Druckes der Steine eine bedeutende Festigkeit erlangt. Zugleich aber nimmt der Kalk desselben aus der Luft Kohlensäure auf, und geht dadurch wieder fast in den Zustand zurück, in dem er vor dem Brennen als harter Kalkstein sich befunden hat; er wird zu Kalkcarbonat, oder kohlensaurem Kalk. Diese Verwandlung erfolgt jedoch größtentheils durch die Vermittlung des im Mörtel enthaltenen Wassers,

welches die Kohlensäure, schon mit Aetzkalk gesättiget, als Kalkwasser aufnimmt, und hierauf den Kalk als kohlensauren Kalk krystallinisch absetzt. Dieser chemische Vorgang erneuert sich so lange, als das Wasser da ist. In den Mauerfugen trocknen zuerst die äussern Theile, die innern noch feuchten geben dann an diese ihre Feuchtigkeit ab, und auf demselben Wege geht die Kohlensäure in das Innere. Wenn daher der Mörtel eher trocknet, als diese vollständige Verbindung mit Kohlensäure erfolgen kann, so gibt er nie ein entsprechend hartes Produkt. Das trockene Kalkhydrat kann die Kohlensäure nie mehr vollständig aufnehmen, es erhält keine krystallinische Bildung, und erlangt daher auch keine grössere Festigkeit mehr. Wird daher die Austrocknung des Mörtels nicht durch besondere Umstände zu sehr beschleunigt, so geht selbe nur sehr langsam vor sich. In dichtem Mauerwerk dauert selbe wohl 20—30 Jahre, und man hat gefunden, daß der Mörtel in sehr dicken Mauern in 100 Jahren und darüber noch nicht völlig erhärtet war. Da sich die Härte des Mörtels nach der Zeit richtet, in welcher er verwendet ist, so liegt die Ursache der Steinhärte desselben in alten Bauwerken eben in seinem Alter. Die ältern Baumeister haben dieselben Materialien gebraucht, wie sie noch dienen, und es läßt sich nicht denken, daß der Mörtel durch irgend einen Zusatz verbessert worden wäre. Irrthümlich glaubte man früher, daß es solche Mittel geben könne, und rechnete dahin Kohle, Knochenerde, Blut u. dgl., welches aber Körper sind, die sich weder chemisch noch physisch mit dem Kalke verbinden können, und seiner Erhärtung eher im Wege stehen, als selbe befördern.

Der Widerstand gegen das Zerdrücken, welchen gut erhärteter Mörtel leistet, ergibt sich, berechnet auf eine Grundfläche von 1 Quadrat=Centimetre, nach Rondelet aus folgender Berechnung:

	Spez. Gew.	Belastung.
Kalkmörtel mit Flußsand bereitet v.	1,63	767 Kilogr.
Derselbe Mörtel	1,89	1048 „
Kalkmörtel mit Grubensand bereitet .	1,59	1017 „
Derselbe Mörtel	1,90	1406 „

So wie der Mörtel erhärtet, bindet er auch in Folge der Adhäsion seiner Theile unter sich, und zu den Steinflächen, worauf er kömmt. Die Stärke dieser Bindung ist so groß, daß vermauerte, sehr harte Ziegelsteine oft unzerbrochen gar nicht mehr getrennt werden können.

Nach Rondelet beträgt die Stärke der Cohäsion des Mörtels ohngefähr $1/8$ der Kraft, womit er in ganz erhärtetem Zustande zerdrückt werden kann. Die Kraft aber, womit er an Bruchsteinen und Ziegelsteinen adhärirt, übertrifft noch die Stärke seines Zusammenhangs.

6.

Es ergibt sich hieraus von selbst, unter welchen Umständen der Luftmörtel niemals bindende Kraft erlangen könne. Wenn nämlich zur Zeit heftiger, besonders schnell eintrettender und dann anhaltender Winterkälte gebaut wird, so gefriert das Wasser im Innern des Mörtels. Dieß verursacht eine höchst nachtheilige Auflockerung desselben, und hebt alle bindende Kraft auf. Wenn Gebäude in sehr warmen Sommertagen, oder gar durch Heitzung zu schnell ausgetrocknet werden, so erlangt der Mörtel nie die gehörige Härte und bindende Kraft. Eine langsame Austrocknung und Berührung des innern Mörtels mit der Luft soll aber auch nicht gehindert werden; daher jeder zu frühzeitige äussere Abputz, und die Bekleidung der innern Wandflächen mit Ueberzügen von feinem Gypsmörtel, u. dgl. schädlich ist. — In Gegenden, wo warme Sommer herrschen, wird am besten im Frühjahr gebaut, und die kalten Winter verbieten jede Art des Baues.

2. Vom Wassermörtel.

7.

Wird der gewöhnliche Luftmörtel noch vor seiner Erhärtung in Wasser gebracht, so zertheilt er sich darin, das Kalkhydrat löst sich zur Flüssigkeit auf, die man Kalkmilch nennt, und der bei-

gemengte Sand scheidet sich ohne alle Veränderung davon ab. Der Wassermörtel oder hydraulische Mörtel hingegen erhärtet auch im Wasser vollständig. Dieser Mörtel kann aber nicht blos aus einem Kalkhydrat und einem gewöhnlichen sandartigen Zusatz bereitet werden, sondern muß einen Zuschlag erhalten, in welchem nicht blos Kieselerde in hinreichender Menge, sondern die letztere auch in einem Zustande vorhanden ist, in welchem sie die Fähigkeit besitzt, sich chemisch mit dem Kalke zu verbinden. In dieser Verbindung geben beide ein festes Produkt, welches sich unter Wasser und durch Vermittlung desselben in Verbindung mit Krystallisationswasser ausscheidet. Dieses Produkt ist daher ein Kalksilicat, oder kieselsaurer Kalk, sowie das des Luftmörtels ein Kalkcarbonat oder kohlensaurer Kalk.

8.

Der Zustand, in welchem sich die Kieselerde befinden muß, um mit Kalk diese chemische Verbindung eingehen zu können, ist ein verminderter oder geschwächter Cohäsionszustand, so wie derselbe dem sehr harten Quarze ursprünglich nicht zukömmt. So äusserst häufig daher die Kieselerde und die Verbindungen derselben in der Natur vorkommen, so zahlreich unter den mineralogischen Produkten die sogenannten Silicate sind, so befindet sich die Kieselerde derselben nicht immer in einem solchen Cohäsionszustande. Viele derselben werden daher auch von den Säuren nicht angegriffen. Verändert man aber ihren Cohäsionszustand z. B. durch Glühen, so werden sie von Säuren leicht angegriffen, mehr oder weniger von denselben zersetzt, und damit leicht in eine weiche gallertige Masse verwandelt, was man dann das Aufschliessen der Kieselerde nennt. Wird daher die Kieselerde geglüht, so erlangt sie die Fähigkeit auch mit dem Kalke auf nassem Wege eine Verbindung einzugehen, welche Verbindung sonst nie erfolgen würde: denn wenn ein mit Quarzsand bereiteter Mörtel auch lange Zeit feucht erhalten wird, so erfolgt keine Auflösung des Quarzes in demselben. Wendet man aber die Kieselerde in chemisch fein zertheiltem Zu-

stande als ein höchst feines Pulver an, so gibt sie mit Kalk ein im Wasser erhärtendes Produkt. Das gewöhnlichste und einfachste Mittel, die Kieselerde in den geeigneten Zustand zu bringen, ist aber das Ausglühen.

9.

Zu dieser Verbindung der Kieselerde mit Kalk ist die Gegenwart des Wassers nothwendig; denn in der Luft würde der Kalk sich eher mit der Kohlensäure, als mit der Kieselerde verbinden, und es müssen durch das Wasser die Theile, welche sich chemisch verbinden sollen, gehörig geschmeidig erhalten werden, damit sie sich gegenseitig annähern können. Bei einem längern Verweilen des Mörtels unter dem Wasser bildet sich zwar durch die Kohlensäure des Wassers äusserlich eine harte Kruste des Mörtels, ehe noch die Kalksilicatbildung vollendet ist. Diese oberflächliche Erhärtung trägt aber nur bei, jene chemische Verbindung zu befördern, indem sie die weitere störende Wirkung des Wassers aufhebt.

10.

Alle Körper, welche die Kieselerde in gehörig ausgeglühtem Zustande enthalten, sind daher Materialien zur Bereitung des hydraulischen Mörtels. Man kann selbe in gewissen Verhältnissen statt Sand dem fetten Kalke zusetzen oder zuschlagen, und sie heißen dann in dieser Verwendung Cemente. Die Zahl derselben ist sehr groß, ihre Tauglichkeit aber sehr verschieden. Einige darunter sind schon von Natur gebrannte, oder geglühte Körper, andere müssen erst gebrannt werden. Unter den erstern, welche zu den vulkanischen Produkten gehören, sind mehrere schon vor langer Zeit als vortreffliche Materialien zur Bereitung des hydraulischen Mörtels erkannt worden, darunter vorzüglich die sogenannte Puzzolane, und der Traß.

11.

Die Puzzolane dient in Italien schon seit den Zeiten der Römer zum Wasserbau, und wurde sonst als Handelsartikel in viele Länder Europas, nach Deutschland, England u. s. w. versendet, ehe man die Brauchbarkeit wohlfeilerer, nahe liegender Cemente hinlänglich erkannte. Man hielt selbe für den Wasserbau fast für unentbehrlich. Es wird damit durch Zusatz von gelöschtem Kalk und Sand ein sehr bindender und schnell erhärtender Mörtel bereitet, der besonders in abwechselnd nassem und trockenem Zustande des Mauerwerks sehr gute Dienste leistet. Man findet diese Puzzolane in den vulkanischen Gegenden als einen erdartig gepulverten oder staubartigen Körper, welcher daher die Kosten sowohl des Kleinpochens, als auch des Brennens erspart. Sie ist ein gebrannter Thon, und besteht nach mehreren chemischen Analysen aus Kiesel-, Thon- und Kalkerde, nebst Eisenoxyd in verschiedenen Verhältnissen, im Mittel aus 45,6 Kieselerde, 29,7 Thonerde, 4 Kalkerde und 15,6 Eisenoxyd. Man nimmt gewöhnlich auf 12 Theile fein gemahlene Puzzolane, 9 Th. Kalk und 6 Th. Sand. Der Traß ist ein ähnliches vulkanisches Produkt wie Puzzolane, aus Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd bestehend, mit Einschlüssen von Bimsstein, und dadurch rauh anzufühlen. Er eignet sich besonders zu hydraulischem Mörtel stets unter Wasser. Die Bereitung des Traßmörtels in Holland geschieht meistens durch Mengung von 3 Th. Kalk, 1 Th. Traß und 1 Th. Sand.

12.

In neuerer Zeit ist unter den von Natur durchgeglühten Produkten als ein vorzügliches die Santorinerde, oder das Cement von Santorin bekannt geworden. Es ist gleichfalls eine eisenhaltige Thonerde, aus Zersetzung von Laven entstanden, und besteht aus 60 Th. Alaunerde, 20 Th. Kieselerde, 8 Th. Kalk, 12 Th. Eisenoxyd. Sie gibt in 20 Tagen in und ausser dem Wasser eine steinharte Masse, und ist ein ausgezeichnetes Bindemittel für jede

Art Gemäuer; ja man kann daraus durch Beimengung einer gleichen Quantität von Steinabfällen, Ziegelbruchstücken u. dgl. ein äusserst festes und dauerhaftes Gußmauerwerk unter Wasser bilden, indem man mit diesem Gemenge hölzerne Kästen füllt, nachdem man dasselbe vor dem Einwerfen etwas anziehen läßt. Solches Mauerwerk erhärtet in 20 Tagen so sehr, daß es dem heftigsten Wellenandrange widersteht, und es lassen sich damit Kaie, Dämme, Brückenpfeiler, Wasserbehälter u. s. w. nicht nur schnell, sondern auch wegen dieser Schnelligkeit mit genauer Einhaltung der Kostenüberschläge herstellen. Man hat sehr günstige Versuche gemacht mit den Hafenbauten von Sira, und später wurden Versuche von überraschendem Erfolge in Triest angestellt. Zu einem Molo von 50 Klaftern Länge, 6 Klaftern Breite, und 12 Fuß Tiefe war ein Jahr nöthig. Vergleicht man die Kosten mit denen bei Verwendung der Puzzolane, so ergibt sich ein sehr günstiges Resultat. Die Herstellung einer Quadermauer mit Puzzolane geht nämlich viel langsamer, als bei einer solchen Gußmauer. Bei unruhigem Meere besonders tretten der Quadermauerung viele Hindernisse entgegen; dagegen die Kästen, in welche jenes Cement kömmt, die störenden Wirkungen des Wassers aufheben, und dasselbe schon in 4 bis 5 Tagen so hart ist, daß es dem Eingang des Wassers Trotz bietet. Es bildet auch nach Erhärtung eine durchaus homogene Masse.

13.

Unter den von Natur nicht geglühten Cementen ist besonders bekannt das sogenannte Roman-Cement der Engländer (Parkers Cement). Es ist dasselbe nichts als eine Art Mergel, welcher sich in England in aufgeschwemmtem Lande in einigen Gegenden als Geschiebe, und in abgerundeten, knolligen Stücken theils unter der Dammerde, theils als Ufergeschiebe, vorzüglich auf der Insel Sheppy, in den Thonbänken von London und im Bette der Themse findet. Er ist gelblichgrau oder braun, enthält oft viele Adern von gelblich weißem Kalkspath, ist im Bruche muschlig, sehr feinkörnig, politurfähig, und von einem specifischen Gew. zu 2,59.

Er braust stark mit Säuren. Nach den chemischen Untersuchungen von Prof. Dr. Kaiser *) besteht eine der besten Sorten dieses Cements (die beste Sorte von Harwich) in 100 Theilen aus 22,00 Thon, 9,40 Eisen- und Manganoxyd, 63,45 kohlensaurer Kalkerde, 2,50 phosphorsaurer Kalkerde, 1,50 kohlensaurer Bittererde, und 1,15 Kali (im ätzenden Zustande). Aus den Analysen dieses berühmten Cements geht aber nur das Resultat hervor, daß selbes in Bayern leicht durch inländische Produkte und angemessene Behandlung derselben zu ersetzen sey.

14.

Man pflegt es in kontinuirlichen Kalköfen mittels Steinkohlen, und mit einem vorsichtig geleiteten Feuer zu brennen, damit es sich nicht verglast. Nach dem Brennen wird es auf einer Mühle durch vertikale Steine fein gemahlen, das Pulver noch durchgebeutelt, und gegen die Luft geschützt in Fässern verpackt. Will man damit Mörtel bereiten, so wird es vorläufig mit Sand gemengt, nach Parker auf 3 Th. Cement 2 Th. Sand für gewöhnlichen Mörtel, nach Brunel mit gleichen Raumtheilen guten Sandes, dann mit Wasser angerührt, aber portionweise wie Gyps behandelt. Wasser darf nicht zum zweitenmal nachgegossen werden; denn es absorbirt die Masse nur wenig Wasser, und durch Nachtragen desselben würde die Bindekraft des Mörtels verloren gehen. Es zieht dieses Cement, wenn es mit Wasser angemacht ist, schon nach einigen Minuten merklich an, und erhärtet noch schneller und kräftiger, wenn es ohne Sand gelassen wird; daher man es zu Mauerwerken unter Wasser rein zu lassen pflegt. Seine Bindungskraft ist schon nach einer Stunde so groß, daß damit sich mehrere Ziegelsteine frei in horizontaler Lage ruhend ohne Stütze halten. Nebst diesem Cement wird in England auch das Portland-Cement gebraucht, welches man aus den zermalmten Theilen des zum Strassenbau

*) Sieh Kunst- und Gewerbeblatt d. polyt. V. J. 1837.

verwendeten Portland=Kalksteines erhält, den man nach vorläufigem Brennen noch mit einer Quantität Thones vermengt, dann fein pulvert, in einer Abdampfpfanne trocknet, und zuletzt vollständig in einem Ofen brennt. Auch in Frankreich verwendet man als Cemente solche kiesel= oder thonhaltige Kalksteine, z. B. das Cement von Pouilly.

15.

In unserm Vaterlande hat man alle diese theuren Cemente entbehrlich gefunden durch den reichen Besitz aller Sorten von Mergel, wovon die meisten unter angemessener Behandlung einen vortrefflichen hydraulischen Mörtel geben. Der Mergel ist gleichsam ein von Natur vorhandener schon fertiger hydraulischer Kalk. Er enthält nämlich nebst dem Kalke auch schon das Cement; denn jeder Mergel ist ein thonhaltiger Kalkstein, und jeder Thon eine Verbindung von Kieselerde und Thonerde, erstere gewöhnlich in überwiegender Menge. Um den Mergel als hydraulischen Kalk zu benützen, darf derselbe nur gebrannt werden. Doch eignet sich hiezu nicht jeder Mergel gleich gut, und erträgt die gleiche Behandlung. Der Thongehalt, auf welchen es in dieser Hinsicht vorzüglich ankömmt, ist im Mergel sehr verschieden, und wechselt von 10 zu 25 bis 50 Proz. Auch ist das Verhältniß der Kieselerde zur Thonerde in dem beigemengten Thone nicht gleich. Er muß daher nach seinem Thongehalte bald schwächer, bald stärker gebrannt werden; denn wenn sein Thongehalt nur der geringste ist, 10 Proz., so verhält er sich noch wie fetter Kalk, steht nicht gut im Wasser, wenn er stark gebrannt wird, und gibt nur schwach gebrannt im Wasser eine noch ziemlich fest werdende Masse. Steigt sein Thongehalt auf 18 — 20 Proz., so löscht er sich noch gut, nimmt aber wenig Wasser mehr auf, gedeiht bedeutend weniger, und gibt schon einen brauchbaren hydraulischen Mörtel. Enthält er aber 23 — 25 Proz., so löscht er sich nicht gut mehr im Wasser, und muß daher nach dem Brennen auf Stampfwerken gepocht, oder zwischen Mühlsteinen gemahlen werden.

Bayerische Staatsbibliothek München

Mit diesem mittleren Thongehalt gibt er gewöhnlich den besten hydraulischen Mörtel. Er steht mit 25 Proz. Thon nach jedem Brennen gewöhnlich gut, und wird steinhart. Steigt aber der Thongehalt über 30 — 40 Proz., so erhärtet er nur dann gut im Wasser, wenn er mäßig und nicht lange gebraunt wird. Wird jedoch ein solcher Mergel stark und anhaltend gebrannt, so erlangt er die Brauchbarkeit als Cement, und gibt einen hydraulischen Mörtel, wenn man ihn mit Kalk versetzt. Enthält nämlich der Mergel viel Thon, und wird sehr stark ausgeglüht, so erfolgt eine Art anfangender Verschlackung, oder ein großer Theil des Kalkes verbindet sich chemisch mit dem Thone. — In Hinsicht auf das Brennen gilt noch allgemein als Regel, daß der Mergel stets mäßig stark, und nie so stark wie reiner kohlensaurer Kalk gebrannt werden darf, daß es jedoch rathsam ist, ihn eher zu stark als zu schwach zu brennen, wie häufig geschieht. Auch Mergelsorten von verschiedener Brauchbarkeit können vermengt werden.

16.

Um die Brauchbarkeit einer Mergelsorte zu beurtheilen, ist es vor Allem nöthig, deren Thongehalt zu erfahren. Zu diesem Zwecke übergießt man eine abgewogene Menge so lange mit verdünnter Salz- oder Salpetersäure, als noch ein Aufbrausen erfolgt. Dann gießt man die Flüssigkeit sammt dem Bodensatze, welcher Thon ist, auf ein abgewogenes Filtrum, wäscht oder süßt den Rückstand aus, und wiegt solchen, nachdem er scharf getrocknet ist. Gut ist es, ihn vorher noch gelinde auszuglühen.

Da übrigens der Thongehalt selbst bei Mergel ein und desselben Lagers in verschiedenen Schichten ungleich seyn, und der Thon des Mergels selbst eine abweichend chemische und physische Beschaffenheit haben kann, ja die Mengung des Thones mit dem Kalke in Hinsicht auf Gleichförmigkeit und Feinheit verschieden ist, und deßwegen Mergelsorten bei gleichem Thongehalt und in gleichem Feuer oft ungleiche Resultate geben, so ist es immer rathsam mit jeder Sorte vorher genaue Versuche zu machen.

Bayerische Staatsbibliothek München

17.

Zu diesem Behufe zerschlägt man den Mergel in Stücke, die nicht über 1 Z. dick sind, und brennt dieselben in einem Tiegel, oder noch besser zwischen Kohlen bei mittlerer Rothglühhitze $1\frac{1}{2}$ — 2 Stunden lang. Sind selbe völlig durchgebrannt, was man an ihrer Farbe und Consistenz erkennt, so zerreibt man sie zu feinem Pulver, knetet dieses mit Wasser zu einem feinen Teig, und bringt dann die Masse, indem man ihr eine beliebige Form gibt, sogleich unter Wasser, oder wenn selbe zu weich seyn sollte, preßt man sie vorher noch mit Löschpapier aus. An dem schnellern oder langsamern Anziehen unter Wasser erkennt man in der Regel die Tauglichkeit des Mergels. Eine feine Zertheilung, ein Mahlen und Pulverisiren des Mergels ist immer die unerläßlichste Bedingung zu einem gewünschten Erfolge. Kömmt derselbe schon von Natur in einem erdigen Zustande (durch Verwitterung) vor, so wird er wie Lehm behandelt, indem man ihn einsumpft, dann Ziegel daraus formt, diese trocknet und in einem Ziegelofen brennt. Nach dem Brennen werden selbe gepulvert; das Pulver verpackt man in Fässer. Ein solches Pulver darf aber nie zu lange unbenützt bleiben, und der Luft ausgesetzt werden, weil sich an der Luft ein Carbonat bildet, wodurch die Fähigkeit des Kalkes, sich mit der Kieselerde unter Wasser zu verbinden, schon im Voraus verloren geht.

18.

Man bereitet hydraulischen Mörtel zum Mauern, indem man von dem gepulverten hydraulischen Kalk ein durch Beuteln und Rütteln vollkommen gefülltes, und abgestochenes Maaß in einen kleinen Mörtelkasten, oder in die Mörtelpfanne zu einer 3 — 4 Zoll hohen Schicht ausbreitet, hierauf das halbe Maaß Wasser (am Besten Regenwasser) gießt, und damit den Kalk mit der Mörtelhaue, Schaufel, oder einem hölzernen Stößel vermischt und fleißig durchknetet, so daß man einen starken Teig erhält. In diesen mengt man nach und nach in so viel möglich breiten Lagen den Sand,

im Ganzen 1½ Maaß des vorigen. Dieser Sand muß theils sogenannter Riesel, d. i. etwas gröberer, scharfkantiger, und gut durchgewaschener Sand, theils ganz feiner, pulveriger, oder sogenannter Schweißsand seyn, von jenem 1 Theil, der aus erbsengroßen Stücken, und ½, aus halb so großen Stückchen, von dem Schweißsand ein halbes Drittheil. Der Mörtel muß so viel Consistenz haben, daß er sich mit dee Kelle im Mörtelkasten pyramidenförmig spitzen läßt, ohne von selbst wieder zusammen zu gehen. Man darf aber hievon immer nur kleine Quantitäten, so viel man in einer kurzen Zeit nöthig hat, anmachen. Zum weitern Verbrauche darf man ihn durch Zugießen von Fluß- oder Regenwasser dünner machen, muß ihn aber hiebei neuerdings durcharbeiten, und sich hüten, daß man nicht zu viel Wasser nimmt. Beim Vermauern trägt man die Mörtellagen dick auf, und legt dann auf selbe die in einem Wassergefäße gut durchnäßten, und bereit gehaltenen Ziegel.

19.

Wenn man keinen natürlichen hydraulischen Kalk oder tauglichen Mergel hat, kann man nach Vicat's Vorschrift, kohlensauren Kalk mit Thon mengen, und zusammen brennen. So bekömmt man den sogenannten künstlichen hydraulischen Kalk, welcher einen schnell erhärtenden Mörtel gibt. Es wird nämlich Kreide mit fettem Thon in gewissen Verhältnissen (nach Vicat 4 Th. Kreide von Meudon, und 1 Th. fetter Thon von Passy) in Wasser zerrührt, und in einem Troge unter vertikalen Mühlsteinen gemengt, der dadurch erhaltene Brei in eine Grube gelassen, und wenn er gehörige Consistenz hat, formt man daraus Ziegel, welche getrocknet, und dann in einem Kalkofen bei mäßiger Hitze gebrannt werden. Nimmt man statt Kreide gemeinen Kalkstein, so wird dieser zuerst gebrannt, dann zu Pulver gelöscht, und hierauf mit dem durch Wasser angemachten Thone gemengt. Solcher hydraulischer Kalk bindet sehr schnell, und man hat als Vorzug dieses Verfahrens gerühmt, daß auch hiebei weit weniger Thon nöthig ist, als auf nassem Wege, d. i.

durch nasse Mengung schon gebrannten Thones mit Kalk, weil sich im Feuer ein großer Theil des Kalkes chemisch mit dem Thone verbindet, der auf nassem Wege verloren geht. Allein die Resultate sind unsicher, indem sich auf diesem trocknen Wege die Kieselerde des Thones schon im Voraus leicht zum Theile mit Kalk verbindet. Es ist die Mengung des Kalkes mit dem Thone überhaupt schwierig.

20.

Andere gemeine natürliche Cemente von verschiedener Brauchbarkeit sind: gebrannter Thon, daher auch Ziegelsteinpulver, dann verschiedene andere in der Natur vorkommende Thonerde-Silikate, wie Basalt, Wacke, Thonschiefer und Alaunschiefer (gebrannt); ferner Hochofen- und Ziegelschlacken, Steinkohlenasche, Torfasche, ausgelaugte Holzasche, gepulvertes Glas. Jeder Thon gibt in gebranntem Zustande ein Cement. Man pflegt selben am besten in einem Calcinirofen, vorher getrocknet und klein zertheilt, scharf zu brennen, besonders stark denjenigen, welcher sehr eisenhaltig ist. Dieser darf bis zur äusserlichen Verschlackung gebrannt werden, weil das Eisenoxyd zur Aufschließung der Kieselerde beiwirken muß. Thonarten, die schon etwas Kalk enthalten, bedürfen aber einer geringen Hitze, weil ihr Kalk zu diesem Aufschließen beiträgt. Ziegelmehl dient nur dann als ein gutes Cement, wenn es von gut gebrannten Ziegelsteinen kömmt, was aber häufig nicht der Fall ist.

Von diesen Cementen sind nach den Untersuchungen von Bauernfeind *) die in Bayern auf den Hochöfen, und den großen Ziegeleien mancher Gegenden so häufig vorkommenden Hochofen- und Ziegelschlacken das vortrefflichste Material; denn es ist in ihnen die Kieselerde schon völlig durch das Feuer aufgeschlossen, und da diese Körper nicht mehr gebrannt werden dürfen, und so äußerst wohlfeil, kaum zu einem andern Zwecke dienlich sind, so kann man durch selbe außerordentlich beim Wasserbau und Eisenbahnbau gewinnen, besonders in Gegenden, wo vielleicht gute hydraulische Kalke nicht in der Nähe sind.

*) S. Kunst- und Gewerbsblatt Jahrg. 1843 u. 1845.

21.

Nach der Theorie und den bis jetzt überall bestätigten Erfahrungen des Prof. und Oberbergrath Dr. Fuchs eignen sich Cemente, welche mit Thonerde nur so viel Eisen- oder Manganoxyd enthalten, daß die Kieselerde über beide noch das Uebergewicht hat, zu gutem hydraulischen Mörtel. Sind aber diese Oxyde in zu großem Verhältnisse vorhanden, so geben sie keinen guten hydraulischen Kalk. Ist in den Cementen Bittererde als Beimengung enthalten, so kann man vorzügliche Brauchbarkeit derselben hoffen. So ist der Dolomit meist ein sehr gutes Cement. Allein bittererdehaltige Silicate, wie Talkschiefer und Serpentin schliessen sich auf nassem Wege nicht gut auf, und sind daher nicht zu wählen. Ist im hydraulischen Kalk auch Gyps vorhanden, wie oft im Mergel, so befördert selber das Anziehen und Erhärten. Deßwegen kann auch Mörtel, der im Wasser langsam gesteht, durch Zusatz von Eisenvitriol zum schnellen Gestehen gebracht werden, und dieß ist auch der Grund, weßhalb Alaunschiefer (gebrannt) in dieser Hinsicht gute Dienste leistet. Ueberhaupt läßt sich jeder hydraulische Kalk brauchbar machen. Nur die Unkosten erlauben die Anwendung mancher Materialien nicht, und es hat der Architekt das meiste Verdienst, der in der Praktik dieser Schwierigkeit zu begegnen weiß. Manche dieser Cemente können wenigst mit Nutzen als Zugabe zu hydraulischem Kalk, z. B. zu gebranntem Mergel gebraucht werden. Bei Anwendung derselben kömmt es überhaupt wesentlich darauf an, daß man sie theils in erforderlichem Verhältnisse zum Kalke nimmt, theils in möglichst klein zertheiltem Zustande, und selbe durch alle zu Gebot stehenden gewöhnlichen mechanischen Mittel z. B. oft durch Tretten und Schlagen mit Keulen, oder Durchrühren mit Schaufeln damit so gut mengt, daß das Gemenge zum feinsten, wo möglich butterartigen zähen Brei wird. Dieser Brei muß sogleich, oder in sehr kurzer Zeit verwendet werden. Die Steinflächen, auf die er kommen soll, werden vorher durchnäßt, und dann der Mörtel sogleich unter Wasser gebracht. In allen Fällen, wo hydraulischer Kalk an freier Luft verwendet wird, trägt zur Erlangung einer sehr festen Consistenz

ein Zusammendrücken desselben bei, denn je lockerer er aufgetragen wird, desto mehr dringt das Wasser ein, und löst einen Theil des Kalkes auf, der sich noch nicht mit der Kieselerde verbunden hat. Wenn er sich ohne im Wasser zu zerfallen, 24 Stunden hält, so darf man ein gutes Resultat erwarten. Er nimmt dann gewöhnlich von Tag zu Tag an Härte zu. Auch derjenige, welcher nur langsam erhärtet, gibt zuletzt oft ein sehr festes Produkt. Wird der hydraulische Kalk als Luftmörtel gebraucht, so mengt man demselben, wie dem gewöhnlichen Luftmörtel, auch Sand (scharfen Sand oder Kiesel) bei, damit er nicht springt, und in einigen Fällen selbst Gerölle, Grus, Schotter u. dgl. Man bekömmt dadurch den sogenannten Grobmörtel (Gußmörtel), Béton.

22.

Die Festigkeit des hydraulischen Mörtels unter verschiedenen Umständen ergibt sich aus manchen darüber angestellten Versuchen.

Auf eine Grundfläche von 25 Quadrat-Centimetres, trägt nach Rondelet:

	Spez. Gew.	Kilogr.
Mörtel mit einem Cement von Ziegelmehl . .	1,46	1191
Derselbe Mörtel fein geschlagen	1,66	1633
Mörtel mit gemahlenem Sandstein	1,68	733
Puzzolane-Mörtel, mit Puzzolane von Neapel und Rom	1,46	916
Derselbe Mörtel fein geschlagen	1,68	1333

Die Stärke der Cohäsion und die bindende Kraft des hydraulischen Mörtels, berechnet auf 1 Quadrat-Centimetre beträgt nach Vicat:

	Kilogr.
Bei vorzüglich gutem mit Quarzsand bereiteten hydraulischen Mörtel	9,6
Bei gewöhnlichen hydraulischen Mörtel mit Quarzsand	6,0

Nach andern Versuchen trägt überhaupt:	Kilogr.
Vorzüglicher hydraulischer Kalk	12
Gewöhnlicher	10
Mittlerer	7

Versuche mit dem Cement von Pouilly haben gelehrt, daß Prismen auf 1 Quadrat=Centimetre trugen:

	Kilogr.
Prismen ohne Sandzusatz, unter Wasser.	6,47
Mit gleichviel Cement und Sand unter Wasser.	6,97
Dieselben außer Wasser.	5.
Mit 2 Thl. Cement 1 Thl. Sand unter Wasser.	9,28
Dieselben außer Wasser.	9,9

Nach den Erfahrungen von White trug ein Pfeiler, welcher aus Ziegelsteinen mit Puzzolane=Mörtel (d. i. einem Gemenge von Kalk, Puzzolane und Sand) gebaut, und nach Verlauf eines Monats der Probe unterworfen wurde, bei einer Höhe von 5 F. 2 Z., die Grundfläche 3 F. 4 Z., und 1 Fuß 10 Zoll englisch sein eignes Gewicht, als man ihn mit seinem obern Endtheil emporhob. Er war noch nicht durchaus trocken. Ein anderer Pfeiler auf dieselbe Weise mit Kalkmörtel und feingemahlener durchsiebter Puzzolane aus 35 Ziegellagen gebildet, 6 F. breit, 3 F. dick, und 8 F. 10 Z. hoch, der Prüfung nach 9 Monaten unterworfen und mit 15 Z. seines obern Endtheils emporgehoben, brach nicht. Das Gewicht betrug ohngefähr 10 Tonnen.

23.

Man benützt den hydraulischen Kalk auf manigfaltige Art. Er dient nicht nur als Mörtel zum Vermauern der Steine im Wasser, zum Ausmauern von Wasserbehältern u. dgl., sondern auch zum Ueberzug von Mauerwänden an freier Luft und auch im Innern von Gebäuden, um selbe gegen Feuchtigkeit zu schützen, dann zum Aufziehen von Gesimsen, häufig zur Bildung von Estrichen, selbst als Material bei Bildung von architektonischen Verzierungen u. s. w.

Der sogenannte Grobmörtel (Béton) findet für sich eine wichtige Anwendung zu Wasserbauten, Ausfüllung von Räumen in Mauerwerk, auch Trottoirs, u. dgl. Man bereitet ihn aus hydrauli=

schem Kalk mit einer Beimengung theils von Sand, theils gröbern Steinen, Rollsteinen, Trümmersteinen, Ziegelbruchstücken u. dgl. Zur Fundirung der Kaimauern in Straßburg, welche den Kanal umgeben, den der Illfluß bildet, nahm man 0,03 Theile hydraulischen Kalk, 0,25 Ziegelmehl, 0,45 Sand, 0,40 Kies, die Stücke so groß wie Eier, und noch 0,40 Steinbrocken. Man bereitete diesen Mörtel, indem man in eine Art Maaß, welches in einem hölzernen Kasten ohne Boden bestand, befindlich auf einer hölzernen Diele, zuerst den Sand einschüttete, und das Maaß ebnete, dann abhob, und den Sand zu einem Kreise von etwa 1 Metre Durchmesser ausbreitete, wobei man die innere Lage desselben dünner machte, und von dem übrigen Theil eine Art Wall oder Damm bildete, innerhalb welchen man das ganze Quantum des Kalkes, welcher vorher gleichfalls abgemessen wurde, so eintrug, daß man davon einen abgestumpften kegelförmigen Haufen bildete, dessen ganze Oberfläche man hierauf mit dem Sande deckte, woraus der Wall bestund. Nun erfolgte das Löschen des verdeckten Kalkes durch Löcher, die man mit einem Eisen in den Haufen stach, und in welche man Wasser goß. Nachdem dieses verschwunden war, wurde jedes der Löcher wieder zugedeckt, und der Kalk sich selbst überlassen. Nach dem Löschen, das innerhalb 12—20 Stunden vollendet ist, wurde $^1/_3$—$^1/_2$ des ganzen Haufens genommen, auf dem gedielten Boden ausgebreitet, daselbst 4—5mal umgewendet, und mit der Hacke tüchtig durchgearbeit, um Kalk und Sand innig zu mengen. Hierauf wurde auf gleiche Art der übrige Theil des Haufens bearbeitet, und endlich wurden auch die abgemessenen Kiessteine u. s. w. mit dem schon gebildeten Mörtel auf dieselbe Art gemengt.

3. Von dem Anwurf und Abputz auf Mauerwerk, den Gesimsen, Kalk-Estrichen, und der Malerei auf Kalkwänden.

1.

Mauerwerk aus Bruchsteinen oder ordinären Ziegeln erhält theils des schönen Ansehens wegen, theils auch zum Schutz gegen

Witterung gewöhnlich einen Ueberzug von Kalkmörtel. Dieser ist theils rauh, oder besteht aus grobsandigem Mörtel, und wird blos auf das Mauerwerk aufgetragen ohne weitere Bearbeitung, theils wird er glatt gearbeitet, und besteht dann aus feinsandigem Mörtel. Man trägt den erstern durch Anwurf mit der Kelle auf die genäßte Wand auf, indem man die Mauerfugen offen läßt, damit er besser haftet. Von dem Sande nimmt man eher zu viel, als zu wenig, und gerne einen scharfkantigen. Solcher Anwurf, den man **Berappung** auch **Wetterstuck** der Mauer nennt, haftet sehr gut, und ist dauerhafter als der feine, glatte; allein er fällt nicht gut ins Auge, und wird daher gewöhnlich nur an Mauerwerk von landwirthschaftlichen Gebäuden, oder an Mauern, welche dem Anblicke mehr entzogen sind, an Kellermauern, Dachgiebelwänden, Schornsteinen u. s. w. angebracht. Zum glatten Wandüberzug nimmt man gewöhnlich fetten eingesumpften Kalk, den man mit feinem Sand (1 Th. Kalk und 3 Th. Sand) vermischt, gleicht selben sorgfältig mit der Kelle aus, und reibt ihn dann mit einem Reibebrett glatt. Dieses Glattreiben darf aber nicht eher geschehen, als bis der Mörtel schon etwas angezogen hat, denn wenn es früher geschieht, so springt die äußere Schicht nach dem völligen Trocknen. Es entstehen zwar anfangs nur feine Haarrisse und Aufschwellungen (Beulen), die sich aber abblättern, und den ganzen Aufzug unansehnlich und schadhaft machen. Man nennt dieses Verfahren überhaupt **Abputzen** der Mauer. Es kann aber auf den glatten Ueberzug noch ein ganz feiner Kalk mit dem Pinsel aufgetragen werden. Dann heißt die Mauer **geschlämmt**; worauf endlich mit Kalkmilch **geweißt** wird. Zum Abputz im Innern der Gebäude wird auch ein sogenannter **Weißstuck** verwendet. (S. Gyps.)

2.

In neuerer Zeit hat man in München sehr häufig an Mauern, welche der feuchten Witterung am meisten ausgesetzt sind, auch solchem Mauerwerk, das schon anfieng, Feuchtigkeit aufzunehmen, einen Anwurf mit hydraulischem Mörtel gemacht. Häufig zeigte

es sich jedoch, daß dieser Anwurf bald Sprünge bekam und abfiel. Man irrte aber darin, daß man glaubte, es ließe sich hydraulischer Mörtel zu diesem Zwecke wie gewöhnlicher Mauermörtel verwenden. In Ermanglung des nöthigen Wassers erhärtet derselbe zwar schnell, aber ohne seine Festigkeit zu behalten. *) Es läßt sich hydraulischer Kalk als Luftmörtel mit gutem Erfolge nur gebrauchen, wenn man ihm mehr fetten Kalk beimischt, weil dieser die Feuchtigkeit länger an sich hält, und daher auch dem hydraulischen Kalk darbietet. Man kann auch dem gewöhnlichen Luftmörtel etwas hydraulischen Kalk zusetzen. Nach der Erfahrung lassen sich auf 50 ℔. guten, hydraulischen Kalkes ohngefähr 20 ℔. dicken Kalkbreies von eingesumpftem Kalke, nebst der nöthigen Menge Sandes, (des fein gewaschenen gröbern scharfen Sandes (Riesel) und eines feinen Sandes (Schweiß-Sandes), zu einem guten und haltbaren Anwurf nehmen.

Einen ähnlichen Mörtel wie den zum glatten Abputz dienlichen benützt man auch zum Ziehen von Gesimsen, zu welchem Zwecke etwa auf 1 Theil fetten Kalkes 2—3 Theile reinen scharfen Sandes genommen werden. Man bildet mit diesem Mörtel, den man $^3/_4$—1 Z. hoch auftragen kann, wenigst die kleinen Glieder von Simswerken mit Hilfe der Lehre oder Schablone, nachdem eine Ausladung durch gebrannte Gesimssteine gemacht worden ist. Manchmal nimmt man hiezu auch Gyps, aber zum Nachtheil der Dauerhaftigkeit.

3.

In Venedig und Triest ist ein Wandüberzug an die Facaden öffentlicher Gebäude üblich, den man **Marmorino** (**intonaco a marmorino**) nennt. Es wird nämlich zuerst auf die rohe Wand ein Anwurf mit Kalk und Ziegelmehl gemacht, gehörig ausgeglichen, dann aber mittels der Kelle in wellenförmig sich kreuzenden Rich=

*) Man hat zwar das schnelle Erhärten durch möglichste Befeuchtung der Mauer vor dem Anwurf und Anwendung eines Anwurfmörtels, welchen man durch Zugießen von etwas mehr Wasser erhält, zu verzögern gesucht, jedoch auch ohne hinlänglichen Erfolg.

tungen eingeritzt, hierauf nach gehöriger Austrocknung eine Mörtellage von Kalk und feinem Sande nur so dick aufgetragen, als zur Ausgleichung der Wand nöthig ist. Mit Kelle und Reibebrett glättet man diese Schicht so sorgfältig als möglich, und wenn selbe genug angezogen hat, so trägt man als letzte Schicht den sogenannten Marmormörtel auf, der aus Marmorpulver von weißem Karrara=Marmor, und sehr zähem, rein weißen Kalke besteht. Diese Lage wird einen Messerrücken dick gemacht, und zuletzt, sobald selbe zu trocknen beginnt, mittels einer polirten an den Ecken abgerundeten Kelle geglättet oder polirt, wobei die zu polirenden Stellen mit Seifenwasser benetzt werden. Dieser Ueberzug ist sehr dauerhaft und schön, indem dadurch die Wand das Ansehen bekömmt, als wäre sie mit weißem Karrara=Marmor bekleidet. Es kann ein solcher Ueberzug aber auch, ehe er noch trocken und polirt ist, à Fresko bemalt werden. Glänzenden Marmorin, den man durch Bearbeitung mit einer erwärmten Kelle erhält, wendet man vorzüglich im Innern von Zimmern, zur Dekoration von Sälen und dgl. an. Enkaustischen Malereien auf selbem gibt man der Lebhaftigkeit wegen gerne noch einen Ueberzug von Kopal= oder Wachsfirniß.

Auf ganz ähnliche Weise bildet man den sogenannten venetianischen Estrich. Dieser Estrich entsteht aus 3 Schichten eines Mörtels. Die erste Schicht als Unterlage besteht aus nußgroßen Bruchstücken von Dach= und Mauerziegeln, oder Kalkstein mit $1/3$ des Umfanges Kalkbrei. Diese Lage wird 3 Z. dick ausgebreitet, und mittels eines Schlägels mehrere Tage hintereinander geschlagen. Ehe sie noch ganz trocken ist, kömmt die zweite Schicht 2 Z. dick aus denselben Steintheilen, welche jedoch kleiner, und durch ein Sieb mit höchstens $3/4$ Z. großen Oeffnungen geworfen sind, mit 1 Th. gebranntem Kalk auf 2 Th. Steinbrocken darauf. Man läßt dieselben einige Zeit ruhen, und schlägt sie dann ebenfalls fest. Hierauf kömmt die dritte Schicht, $1/3$ — $1/4$ Zoll dick, welche zur Hälfte aus Kalksteinstaub und zur Hälfte aus gebranntem Kalk besteht, beides mit Wasser zu Mörtel angemacht. Auf selbe wird noch die sogenannte Saat aus kleinen Marmorstücken von verschiedener Größe

und Farbe gebracht, die man eindrückt, dann einige Zeit hindurch Morgens und Abends mit einem schaufelartigen Eisen schlägt, bis die Masse ganz hart ist, worauf man sie mit einem Schleifsteine und mit Wasser abschleift, und nach völligem Austrocknen endlich noch mit feinem Sand und einem harten Stein, zuletzt mit Bimsstein polirt. Risse werden mit einem Cement von Ziegelstaub und Kalk ausgefüllt, und mit dem Schleifsteine ausgeglichen. Nach vollendeter Politur wäscht man den Boden mit einem nassen Lappen, und reibt ihn nach dem Trocknen mit Leinöl ein. — Sollen die abgeputzten Mauerwände einen farbigen Anstrich erhalten, so kann derselbe auf der bloßen Kalkwand nur mit wenigen Farben gemacht werden, weil die meisten Farben durch den Aetz-Kalk zersetzt werden (S. die Farben). Man gibt daher den Wänden bei den gewöhnlichen Malereien einen Grund mittels sogenannter Grundkreide, die in Leimwasser aufgelöst wird. Statt mit Kreide läßt sich die Wand auch mit Milch, mit aufgelöster Wachsseife (einer Auflösung von Wachs mit Pottasche und Wasser) oder mit weißem geschlämmten, mit saurer Milch verdünnten Thone u. dgl. übertünchen.

Malereien à Fresko.

1.

Auf Mauerwände, welche mit Malereien à Fresko versehen werden sollen, kömmt zuerst ein glatter gewöhnlicher feiner Abputz von Kalk, den man in mehrern Schichten sorfältig aufträgt. Dieser wird aber stellenweise überall, wo gemalt werden soll, nach den vorher aufgezeichneten Conturen bis zu einer Tiefe von ohngefähr $^1/_8$ Zoll wieder ausgehoben, und in die vertiefte Stelle ein eigner frischer Grund getragen, der aus fettem eingesumpften Kalke und feinem gesiebten Quarzsande besteht. Man wählt dazu gerne schon Jahre lang eingesumpften, vollkommen feinen, alle gröbern Theile ausschließenden, daher wohl auch durchsiebten Kalk, den man in einem solchen Verhältnisse mit dem Sande mischt, daß der Auftrag nach dem Trocknen keine Risse bekömmt. Ist dieß der Fall, so muß der Sand vermehrt werden, runzelt sich dagegen der Mörtel beim Aufreiben mit dem Reibebrettchen auf der Mauer

ab, so muß man Kalk zusetzen. Man trägt diesen Anwurf auf die Mauerfläche, nachdem diese vorher wohl befeuchtet wurde, besonders bei wärmerer Witterung. Er wird mit dem Reibebrett so ausgeglichen, daß die gleiche Ebne entsteht wie vorher, und zuletzt noch mittels einer warm gemachten eisernen Kelle sanft ausgestrichen und geglättet, wobei die Vorsicht nöthig ist, daß die zu bearbeitende Fläche nicht zu stark erwärmt wird oder verbrenne, d. h. zu stark trockne; denn es kommen auf selbe, so wie sie noch feucht ist, die Farben, und müssen davon eingesaugt werden. Daher muß man auch überhaupt den Mörtelbrei bei trockner warmer Luft dünner halten. Aus dem nämlichen Grunde darf von diesem frischen Auftrag täglich nur so viel gemacht werden, als in dieser Zeit bemalt werden kann, bleibt hievon ein Theil unvollendet stehen, so muß er wieder herausgeschnitten werden. Das Malen auf diesem Grund geschieht nun auf gewöhnliche Weise mit den hiezu tauglichen vorher wohl in Wasser abgeriebenen Farben. Solche Malereien sind aber nur dauerhaft, wenn sie gegen Luft und Licht geschützt werden, behalten aber ihre Lebhaftigkeit nicht im Freien, der Witterung und dem Lichte ausgesetzt, und werden bald vom Regen abgewaschen.

Wachsmalerei.

2.

Um die Malereien auf Mauerwerk dauerhafter zu machen, hat man die sogenannte enkaustische oder Wachsmalerei statt der Wassermalerei auf Kalk auch in neuerer Zeit wieder in Anwendung gebracht, so z. B. beim Königsbau und andern Bauten in München. Die Farben, deren man sich hiezu bediente, sind die nämlichen, die man zu den Wassermalereien gebraucht, allein sie werden, nachdem man sie vorher im Wasser abgerieben hat, mit einer Mischung von Terpentinöl, Damarrharz und weißem Wachs sehr fein zertheilt. Mit diesen Farben wird nun auf die vorher zubereitete Wand gemalt, hierauf selbe stellenweise mit Kohlenfeuer in einer beweglichen Pfanne erwärmt, welche bis auf 6 Zoll Entfernung von derselben gehalten wird, wodurch die Farben einschmelzen. Man nennt dieß Einbrennen.

Beim Ausmalen einer Kapelle der Kirche von Notre Dame in Paris erhielten die vorher mit einem Mörtel-Abputz versehenen

Wände einen Firniß=Ueberzug aus weißem Wachs, Elemiharz und Lavendelöl, (Spicköl), den man mittels des Pinsels auf die vorher durch einen tragbaren Ofen erwärmten Mauerstellen auftrug. Auf diesen Firniß malte man hierauf wie auf Leinwandgrund, indem die Farben mit dem nämlichen Firniß, welcher auf die Wand getragen war, abgerieben wurden. — Solche Wachsmalereien haben aber die Lebendigkeit und Frische nicht, die man noch nach 19 Jahrhunderten an den Wandmalereien in Pompeji gesehen hat, und stets noch bei den daselbst ans Tageslicht kommenden Gemälden bewundert, wodurch selbe die bis jetzt herrschende Meinung von Unzerstörbarkeit gegen Luft und Witterung veranlaßten, oder auch den Glauben, die Farben derselben müßten von ihren Urhebern gegen die Zerstörung durch die Witterung und das Licht durch wachsartige Bindemittel oder Ueberzüge geschützt worden seyn. Neuere Untersuchungen haben aber dargethan, daß diese vermeintliche Unzerstörbarkeit der pompejanischen Malerei eine sehr bedingte ist, und sich dieselben eigentlich nicht anders verhalten, wie sich unsere Freskomalereien unter gleichen Umständen verhalten würden. Sie sind, einmal dem Lichte und der Luft zugänglich geworden, wirklich ganz oder theilweise zerstört oder in der Zerstörung befindlich, und einzelne unter diesem Einflusse noch vollkommen frisch erhaltene Theile verdanken ihre Erhaltung nur einem übrig gebliebenen dünnhäutigen Ueberzug von kohlensaurem krystallinischen Kalk, welcher auch unsere Freskomalereien gegen die Feuchtigkeit schützt.

Die Farben sind übrigens bei den pompejanischen Malereien nicht auf nassen Kalkgrund, sondern auf den vorher spiegelglänzend gemachten Marmor=Stucco aufgetragen. Den Mängeln der Fresco- und der Wachsmalerei wird zweifelsohne eine neue vaterländische Erfindung, die Stereochromie, auf eine überraschende Weise begegnen.

VI. Von Anstrich-Farben auf Holz, Stein, Metall &c. und den Fresko-Farben.

1.

Zu den farbigen Anstrichen und zur Malerei auf Steinwänden wählt man solche Farbstoffe, die theils wenig Veränderung durch

Licht und die Luft erleiden, theils wohlfeil genug sind, und vorzüglich den Körper, worauf sie kommen, gut decken. Es müssen deßhalb sogenannte Körperfarben seyn, und Farben mineralischen Ursprungs, indem die Farben organischen Ursprungs weder dauerhaft an der Luft, noch deckend genug sind, sich auch größtentheils nicht so wohlfeil darstellen lassen. Man nennt solche Farben auch Erdfarben. Einige darunter kommen als erdartige Körper in Natur vor, andere werden fabrikmäßig gewonnen. Es sind Oxyde verschiedener Metalle, mit Säuren oder mit Thonerde verbunden. Sie erleiden deßwegen in der gewöhnlichen Temperatur und den gewöhnlichen Einflüssen des Lichts und der Luft keine merkliche Veränderung.

1) Anstrich-Farben.

2.

Zu weißen und grauen Anstrichen vorzüglich auf Holz dient das Bleiweiß, wovon es aber verschiedene Sorten gibt, je nach der Darstellungsweise und Reinheit desselben. Nach den ältern Methoden wird Bleiweiß aus Bleitafeln erzeugt, welche man durch Essigdämpfe in essigsaures Blei, und durch einen gleichzeitigen Gährungsprozeß, wobei sich Kohlensäure bildet, in neutrales kohlensaures Bleioxyd verwandelt. Man bekömmt dadurch das sogenannte Schieferweiß, eine amorphe Masse, die fein gemahlen, durchgesiebt, und zuletzt mit Wasser zu Brei angemacht wird, den man in Formen bringt, und zu Broden trocknet. Nach einem andern Verfahren wird Bleiweiß aus basisch essigsaurem Bleioxyd bereitet, durch dessen Auflösung man kohlensaures Gas leitet, woraus sich dann basisches kohlensaures Bleioxyd niederschlägt. Dieses letztere ist krystallinisch, zarter als das auf ersterem Wege erhaltene, gibt aber eine weniger kompakte Masse, und deckt nicht so gut. Die Güte jeder Bleiweiß-Sorte hängt übrigens vorzüglich von der Reinheit des Bleies selbst ab, das man in Oxyd verwandelt, und von den Zusätzen, die man macht. Reines Bleiweiß kömmt nie in den Handel. Man gibt dem reinen Bleiweiß, nachdem es

fein gemahlen ist, immer einen Zusatz von gepulvertem rein weißen schwefelsauren Baryt, und nach der Menge dieses Zusatzes bestimmt sich die Sorte. Die beste Sorte in Hinsicht auf die größte Reinheit und Dauer der Farbe, so wie Feinheit der Masse kömmt unter dem Namen Kremserweiß vor. Eine geringere Sorte, welche jedoch mehr deckt, als die vorige, heißt Venetianerweiß, und die gröbste Sorte nennt man ohne Rücksicht auf den Erzeugungsort holländisches Bleiweiß. Es kömmt beim Gebrauch des Bleiweißes vorzüglich darauf an, daß es nicht mit der Zeit an der Luft zu gelb wird. Hieran ist die Bildung von Schwefelwasserstoff Schuld, und es läßt sich diesem Uebel schwer vorbeugen.

3.

Zu gelben und rothen Anstrichen dienen gewöhnlich der sogenannte Ocker und das Braunroth (Englischroth oder Colcothar). Jeder Ocker ist ein natürliches Gemenge von Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd und Thon, und kömmt schon in Natur von sehr verschiedener Farbe, Reinheit und gröberer oder feinerer Zertheilung vor, wird aber noch mehr verändert durch die Behandlung, durch Schlämmen oder Glühen. Man unterscheidet gelben oder braunen und rothen Ocker. Der erstere heißt, wenn er in eine thonige Erde übergeht, auch Gelberde (Ambergergelb), der letztere wird gewöhnlich Röthel genannt. Durch Schlämmen erhält der Ocker eine gewisse Reinheit und Zartheit, und durch gelindes Glühen eine andere Farbe. Wird der dunkelgelbe Ocker nur sehr gelinde erwärmt, so nimmt er eine lebhaftere gelbe Farbe an, und heißt dann wohl auch Satinober. Glüht man ihn stärker, so wird er roth in verschiedenen Abstufungen, wie der natürliche Röthel. Es kommen daher in den Fabriken sehr verschiedene Sorten von Ocker vor. Alle diese Ocker-Arten geben mit und ohne Beimischung von andern Farben, auch mit Thon, nicht nur sehr deckende und unwandelbare Anstriche, sondern auch, gehörig präparirt, die vorzüglichsten

gelbbräunlichen und rothen Fresko= und andere Farben zur Malerei.

Das Braunroth ist von dem Ocker wesentlich nicht verschieden, aber gewöhnlich unrein durch Schwefelsäure u. s. w. Man gewinnt es nämlich vorzüglich nur als Nebenprodukt bei der Bereitung der rauchenden Schwefelsäure oder der Vitriolöls, oder in der Alaun= und Eisenvitriol=Siederei. Es ist ein Rückstand von Eisenoxyd, durch basisch schwefelsaures Eisen verunreinigt. Reiner erhält man es aus Eisenvitriol selbst auf eigenen chemischen Wegen. Das erstere wird als wohlfeile Anstrichfarbe häufig gebraucht, ist aber für Metalle schädlich. Das letztere dient auch in der Freskomalerei.

4.

Zu grünen oder grünlichen Häuser=Anstrichen dient vorzüglich als gut deckende, und dauerhafte Farbe die Grünerde, gewöhnlich Veroneser=Erde genannt, ein erdiger Körper, der aus Eisenoxyd (28) Kieselerde (53) Kali (10) Bittererde (2), und Wasser 6 Proz.) besteht. Doch weicht diese chemische Zusammensetzung sehr ab nach den Fundorten. Sie besitzt eine matt grüne, (seladongrüne) oft ins Schwärzliche und Olivengrüne gehende Farbe, ein spez. Gew. von 2, 6—2, 8, ist weich, zerreiblich, doch manchmal ziemlich kompakt, etwas abfärbend, matt, etwas fett anzufühlen, klebt auch schwach an der Zunge, und schmilzt vor dem Löthrohre zu einem schwarzen magnetischen Glase. Man findet selbe vorzüglich am Monte Baldo bei Roveredo, im Fassathale Tyrols, in Sachsen bei Zwickau, am Harze, in Thüringen, Böhmen u. a. O. Sie ist mit Sand u. dgl. gemengt, und muß vor dem Gebrauche geschlämmt werden. Sie dient theils ungebrannt, theils gebrannt auch in der Freskomalerei.

2) Fresko-Farben.

5.

Für Freskomalereien hat man wohl geschlämmte und fein präparirte Farben nothwendig, welche sich leicht mit Wasser abrei-

ben lassen. Es sind die meisten hievon gelbe und rothe Farben in allen Abstufungen, dann wenige grüne und blaue. Auch dient ein Schwarz und Braun als Fresco=Farbe. Gelbe Farben sind meist Ocker=Farben (s. oben), ungebrannt oder gebrannt, nämlich gelber Ocker als Dunkel,=Licht= und Goldocker; der Dunkelocker ist satt braungelb, der Lichtocker blaßgelb, Goldocker hoch oder feurig braungelb. Außer diesen gelben Ocker=Farben dient zu reinem Gelb auch Neapelgelb, eine bekannte hochgelbe Bleifarbe, welche aus Bleioxyd, (Mennig oder Bleiglätte,) Chlorblei und Antimon=Oxyd besteht, und durch Zusammenglühen von gepulvertem Antimon, Bleiglätte, Kochsalz, auch etwas Alaun dargestellt wird. Zum höchsten Gelb in den Freskomalereien dient Cadmiumgelb oder Schwefelcadmium, eine Farbe vom feurigsten reinen Gelb.

6.

Zu rothen Farben dienen die gebrannten Ocker=Farben, nämlich Dunkelocker, satt braunroth, Lichtocker, hellziegelroth, Goldocker, feurig braunroth, Fleischocker, fleischröthlich; dann Türkischroth, braunroth dem Violetten sich nähernd, Persischroth, feurig violetroth. Dazu gehört auch noch die gebrannte Terra de Siena, schön dunkelbraunroth. Auch das Eisenoxyd, welches Englischroth heißt, ist eine gute Freskofarbe. (S. oben.) Man präparirt es von violet röthlicher Farbe.

7.

Zu grünen Farben dient die Grünerde, (S. oben) dann Kobaltgrün, aus schwefelsaurer Kobaltauflösung, die mit schwefelsaurem Zinkoxyd versetzt wird, und mit kohlensaurem Kali oder Natron gefällt, der Niederschlag ausgeglüht. Man hat dunkleres mit gleichen Theilen von Kobaltauflösung und Zinkoxyd, und helles, mit 2 — 3 Theilen des Zinkoxyds. Es ist eine angenehm sattgrüne Farbe. Eine grüne Freskofarbe ist auch das Chromgrün, durch Glühen eines Gemenges von chromsaurem Kali mit

gleichen Theilen Schwefel, Auslaugen des Gemenges, und noch erfolgendes schwaches Glühen; oder durch Auflösung von neutralem chromsauren Kali in Wasser, Kochen der Auflösung mit Schwefel, und Glühen des dadurch erhaltenen Hydrats. Das Produkt ist in beiden Fällen Chromoxydul. Man hat hievon wieder dunkles und helles.

8.

Zu blauen Farben dient das künstliche Ultramarin, welches durch Brennen des reinen Thones mit Schwefel in eigenen Flammöfen dargestellt wird, und das Kobaltblau, eine hell smalteblaue Farbe von reinstem Tone, welche man aus dem reinen blauen Kobaltoxyd erhält, dessen Auflösung man mit eisenfreiem Alaun vermischt, und mit kohlensaurem Kali oder Natron präzipitirt, und den erhaltenen rothen Niederschlag in der Rothglühhitze behandelt, wodurch er blau wird. Nach der Menge des Alauns bekömmt man dunkles oder helleres Kobaltblau von den schönsten Nuancen.

9.

Als braune Farbe dient in der Freskomalerei das sogenannte Asphaltbraun, und als schwarze das Mineralschwarz. Das erstere ist nur eine sehr feine Umbra, und gehört daher als solche (als sogenannte türkische Umbra) zu den ockerartigen Produkten. Das Mineralschwarz ist nach Untersuchungen ein Beinschwarz mit einem Zusatz von etwas Gyps.

10.

Die Alten haben sich fast derselben Freskofarben bedient, zu gelben und rothen Farben des Ockers, oder ockerigen Eisenoxydhydrats, welches in verschiedenen Graden der Hitze gebrannt wurde, zur blauen Farbe diente eine Glasfritte, mit Kupferoxyd gefärbt, zu lebhaftem Grün ein kohlensaures Kupferoxyd und zu schmutzig Grün

die Veroneserrde, zur schwarzen Farbe fein zertheilter Kohlenstoff, zur weißen diente theils der kohlensaure Kalk allein, theils ein Gemenge von kohlensaurem Kalk und fettem weißen Thone, oder auch Kalk mit eben so viel Gyps als Thon gemengt. Mehr ausnahmsweise bediente man sich des Zinnobers, der Mennige und des Bleigelbs oder Massicots. Der Zinnober wurde dem Lichte preisgegeben überall schwarz. Alle diese Farben wurden ausserordentlich dick aufgetragen.

11.

Es dienen dieselben Farbstoffe auch in der Wachs- und Oelmalerei. Ausgeschlossen aber von der Freskomalerei sind alle andern hochgelben, rothen, grünen oder blauen Farben, z. B. Chromgelb, Schüttgelb, Zinnober, Mennig, Berggrün, Mineralgrün, Schweinfurtergrün, Bergblau oder Mineralblau, Berlinerblau, u. s. w. Solche Farben, so wie auch die Lackfarben, dienen nur zu Anstrichen und in der Zimmermalerei auf trockne Kalkwände, die vorher einen Grund mit Grundkreide u. dgl. (s. oben) erhalten haben. Mehrere, wie Zinnober, Krapp- und Karminlack, sind jedoch in der Oelmalerei unentbehrlich.

VII. Vom Gypse.

1) Vom Brennen und Anmachen des Gypses.

1.

Der Gyps (wasserhaltiger, schwefelsaurer Kalk — Schwefelsäure 46,25, Kalk 32,93, Wasser 20,82 — wird durch das Brennen und Anmachen mit Wasser ein unmittelbar anwendbares Baumaterial. Seine Brauchbarkeit als Baugyps hängt aber theils von der

natürlichen Beschaffenheit, theils von dem gehörigen Brennen und Anmachen mit Wasser ab. Durch das Brennen soll er sein Wasser, wovon er nahe an 21 Prozent chemisch gebunden enthält, völlig verlieren. Dadurch erlangt er die Eigenschaft, sich mit neuer Zugabe von Wasser zu bildsamen Brei zu erweichen, welcher sehr schnell an der Luft erhärtet, und auch bindende Kraft besitzt. Hierauf hat die natürliche Beschaffenheit des Gypses in sofern einen Einfluß, als derjenige Gyps, welcher im natürlichen Zustande krystallinisch ist, und die größte Härte besitzt, unter gleichen Umständen auch die härteste Gypsmasse gibt. Die Erhärtung des Gypsmehles beruht nämlich überhaupt in einer krystallinischen Zusammenfügung der Theile mit Wasser, wobei letzteres sich als Krystallisationswasser verdichtet, daher auch Wärme abgibt. Die ursprünglich krystallinischen Gypstheile scheinen das Bestreben hiezu vorzüglich zu besitzen. Sehr viel hängt aber von dem Grade des Brennens ab. Es darf der Gyps überhaupt nicht sehr stark gebrannt werden. Sein Brennen hat nur den Zweck, das Wasser zu entfernen, wozu schon eine viel geringere Hitze als zum Kalkbrennen, schon die Siedhitze des Wassers hinreicht. Wird er zu stark gebrannt, so erleiden die Theile desselben in ihrem Zusammenhange eine Veränderung, sie sintern oder backen zusammen, es tritt eine anfangende Verglasung ein, und der Gyps verliert die Fähigkeit, sich mit Wasser zu verbinden, und neuerdings zu erhärten, oder er wird todt gebrannt.

2.

Das Brennen des Gypses geschieht auf verschiedene Art, je nachdem nämlich derselbe im Kleinen, oder in großen Stücken gebrannt werden soll, oder man durchaus feinen, gleichmäßig ausgebrannten Gyps zu Guß- und Stuckarbeiten erhalten will. Im ersten Falle wird der vorher gepulverte Gyps in einen Kessel (von Gußeisen oder Kupfer) gebracht, und daselbst so lange über Feuer unter Umrühren erhitzt, bis die durch die Entweichung von Wasserdämpfen entstehende, wallende Bewegung des Gypspulvers aufhört; oder man bringt das Gypspulver etwa zolldick auf eine große Guß-

eisenplatte, die unten erhitzt wird, und läßt es daselbst unter Umrühren mittels eines eisernen Rührers gleichfalls so lange, bis die Bewegung aufhört. Im zweiten Falle, wenn der Gyps in großen Stücken gebrannt werden soll, ist eine höhere Temperatur, oder längere Einwirkung derselben nöthig, daher man das Brennen in Oefen vornimmt, welche Aehnlichkeit mit den Kalköfen haben. Solche Oefen sind länglich viereckig, und bestehen aus drei Mauern, einer Hinterwand und zwei Seitenmauern; die vordere Seite ist offen. In der Hinterwand sind Rauchkanäle. Die Weite beträgt 8—10 F. ins Gevierte, die Höhe 9 F. Nach oben sind sie mit einem Gewölbe überspannt, oder offen und mit einem leichten Dache bedeckt. Man errichtet an der Sohle zwei oder drei parallel durch den Ofen gehende Feuergewölbe aus größern Gypsstücken, und über diese trägt man die übrigen Gypsstücke, zuerst die größern, dann die kleinern, und zuletzt den Schutt oder das Gerölle ein. In die Feuerkanäle bringt man Holz, und feuert, bis die Steine im Gewölbe derselben dunkelroth glühen. In 12—16 Stunden ist der Gyps der obern Lagen hinlänglich ausgebrannt. Bei Steinkohlenfeuerung bekömmt ein solcher Ofen 2—3 gemauerte Kanäle an der Sohle, welche als Aschenfall dienen, und über denen erst die Feuerkanäle aus den Gypssteinen aufgerichtet werden. Das Brennmaterial, Holz oder Kohle, darf bei diesem Brennen nie in so unmittelbare Berührung mit dem Gypse kommen, wie beim Kalke. Man darf daher beides nicht in Schichten eintragen, weil der Gyps in Berührung mit Kohle in der Glühhitze zersetzt wird, und in Schwefel-Calcium übergeht, daher mit Wasser durch Entbindung von Schwefelwasserstoffgas den Geruch von faulen Eiern von sich gibt, und in der Folge durch Ausscheidung des Schwefels gelb wird. Auf jene Art gebrannter Gyps kann übrigens nur als Mörtel, und zum Düngen der Felder benützt werden. Es wird nämlich ein Theil der unteren Steine, vorzüglich an den Oberflächen zu stark gebrannt, und man muß die Steine, wenn man noch einen andern Gebrauch davon machen will, sortiren. Um dieß zu vermeiden, brennt man ihn in einer Art Backofen, von der Form der Oefen, worin Brod gebacken

wird, indem man ihn ohngefähr mit so viel Holz heizt, als zur gewöhnlichen Backofenwärme nöthig ist, bis zur anfangenden Rothglühhitze oder 120⁰ C., dann in Stücke von der Größe eines Taubeneies zerschlägt, und in den Heerd einträgt, nachdem man vorher die Kohlen herausgezogen hat. Hierauf wird die Mundöffnung, welche zum Heerde führt, verschlossen. Nach einiger Zeit nimmt man eine Probe heraus, zerschlägt selbe, und hält den Gyps für gar gebrannt, wenn er, bis auf einige Punkte von krystallinischen Theilen, ganz weiß ist. Dann zieht man ihn mit dem Rechen heraus. Gut ist es, die Steine, welche zum Brennen kommen, vorher wohl auszutrocknen, auch selbe allenfalls zu sortiren, und von der sie begleitenden Gangart, Thongyps u. dgl., zu befreien.

3.

Nach diesem Brennen wird der Gyps gepulvert. Dieß geschieht im Großen theils auf gewöhnlichen Stampfwerken, theils unter vertikalen Mühlsteinen, deren zylindrische Fläche in einer Rinne der Unterlage läuft, und welche durch Pferdekraft bewegt werden. Auch bedient man sich hiezu mit Wasser bewegter Mahlmühlen von derselben Einrichtung, wie die Getreidmühlen, nur ohne Beutelvorrichtung. Die letzten beiden Methoden sind am ergiebigsten und vorzüglich im Gebrauche. Die Gypssteine müssen aber vorher auf einer vor dem Ofen befindlichen Tenne klein zerschlagen werden. Im Kleinen geschieht das Pulvern durch Menschenhände, indem man den Gyps mit hölzernen Schlägeln bearbeitet, und dann durchsiebt. Durch Sieben mit Haarsieben verschiedener Feinheit gibt man ihm überhaupt die zu dem bestimmten Zwecke nöthige Feinheit. Nach dem Sieben bewahrt man ihn in wohlverschlossenen Fässern auf, damit er nicht absteht. Gemahlener Gyps ist um so besser, je feiner er, und je milder er sich, ohne zu kleben, zwischen den Fingern anfühlt. Auch soll er blendend weiß seyn.

4.

Wenn der gemahlene Gyps mit Wasser angemacht wird, so erhärtet er schnell mit demselben. Er muß daher sogleich mit der

nöthigen Menge Wassers angemacht, und schnell mit diesem eingerührt werden. Er wird dabei um so härter, je weniger man überflüssiges Wasser nimmt. Am härtesten würde er mit nur eben so viel Wasser werden, als er zu binden vermag. Allein man muß ihn mit mehr Wasser einrühren, damit er gehörig bildsam oder formbar wird. Nimmt man zu viel Wasser, so daß ein dünner, milchartiger Brei entsteht, so erhärtet er zwar auch noch, nachdem das überflüssige Wasser verdunstet ist; allein er gibt dann eine poröse, wenig harte Masse, da er den Raum behält, den er im ersten Festwerden beim Verdunsten des Wassers einnahm. Mit wenig Wasser erfolgt eine nähere krystallinische Anordnung der Theile. Diese wird auch durch das schnelle Einrühren befördert. Doch darf letzteres nicht so lange fortgesetzt werden, bis die Masse schon zu gestehen anfängt, weil es dann die Annäherung der Molecüle hindern würde. Wenn man größere Gypsmassen für Stuckarbeiten u. dgl. anmachen will, so bildet man den Gypsbrei so, daß man das Gypspulver in das im Gefäße enthaltene Wasser unter Umrühren des letztern allmählig einlaufen läßt, bis der Brei die gehörige Consistenz hat. Macht man Gyps im Kleinen an, so gießt man das nöthige Wasser auf den gepulverten Gyps, und rührt dann schnell um. Die angemachte Masse muß sogleich verbraucht werden, daher man nicht mehr anmachen darf, als man sogleich verbrauchen kann.

5.

Wenn der Gyps Kalk enthält, so erhärtet er langsam, und auch dann, wenn er mit Kalk zu einem Mörtel angemacht wird. Das zu schnelle Erhärten des Gypses ist bei manchen Arbeiten mit Gyps, z. B. bei Bildnereien und Formereien hinderlich. Man sucht selbes daher schon dadurch zu verzögern, daß man mehr Wasser nimmt, ausserdem aber durch Zusätze von gebranntem Kalk, und vorzüglich durch den Gebrauch von Leimwasser. Auch dienen hiezu Zusätze von gröbern Gyps in fein gepulverten,

zu einem Brei angerührten Gyps. Man macht selbst für manchen Zweck Zusätze von feinem Sand, Ziegelmehl u. dgl. Um dem Gypse eine mehr als gewöhnliche Härte zu geben, ist ein einfaches, sehr wirksames Verfahren bekannt geworden. Es wird nämlich der gepulverte Gyps nach und nach vorsichtig unter Umrühren in eine Alaunauflösung gebracht, und hievon so viel, bis der Brei die für den Guß nöthige Consistenz hat, wobei vorzüglich darauf zu sehen ist, daß in die Auflösung nicht zu viel Gyps auf Einmal kömmt, weil dieß eine körnige Masse ohne Bindung gibt. Der so behandelte Gyps wird nach dem Trocknen wieder, jedoch nicht zu stark, gebrannt, dann aber nicht mit Wasser, sondern wieder mit Alaunauflösung angemacht. Der Gyps erlangt dadurch Marmorhärte, so daß er nur durch Hammerschlag zu zertrümmern ist, färbt daher nicht mehr ab, und läßt sich naß abwischen. Man kann ihn so mit Alaun behandelt, auch leicht durch Metall= oder andere Farben färben. Sehr dauerhaft werden auch aus Gyps geformte Gegenstände, wenn man den Gyps mit Stearin einläßt.

6.

Wie viel der Gyps durch Brennen an Gewicht verliert, und welche Zunahme an Volumen und Gewichtsvermehrung er durch das Anmachen erleidet, ergibt sich nach einigen Bestimmungen von Manger. Ein Kubikfuß rohen Gypssteines von Sperenberg wog 145 Pfd. 5 Lth., nach dem Brennen 119 Pfd. 8 Lth. Ein Kubikfuß dieses gebrannten trocknen Gypses gab $2^{95}/_{108}$ Kubikfuß Gußgyps, von einem Gewicht zu 262 Pfd. $18^{3}/_{4}$ Lth.

7.

Die rückwirkende Festigkeit des Gypses ergibt sich aus Versuchen von Rondelet, wornach ein Würfel, welcher 5 Centim. auf jeder Seite hatte, blos mit Wasser angemacht mit 1239 Kilogr., und ein anderer mit Kalkmilch angemacht, durch 1816 Kilogr. zerdrückt wurde.

Die Stärke des Zusammenhanges, oder die Cohäsion des Gypses, beträgt nach Rondelet auf 1 Quadratzoll 60 Pfd. (auf ein Quadrat-Centim. 4 Kilogr.). Die Stärke, womit er an Steinen und Ziegeln haftet, ist etwa $^2/_3$ der vorigen, und es äußert sich diese Kraft noch viel stärker gegen Sandsteine und Ziegel, als gegen Kalksteine, nimmt aber mit der Zeit ab.

2) Von dem Gebrauche des Gypses zu Mörtel und Stuckarbeiten.

8.

Der Gyps dient in Gegenden, wo er besonders häufig und mehr als der Kalkstein vorkömmt, auch zu Mörtel, oder als Bindemittel von Steinen, entweder für sich, oder mit Zusatz von Sand, oder Sand und gebranntem Kalk. Er leistet vorzüglich gute Dienste für behauene Steine, und besitzt sehr viele bindende Kraft im Trocknen. Er ist jedoch für die Außenseite der Gebäude nicht wohl anwendbar, indem er der Witterung ausgesetzt, eine baldige Zerstörung erleidet.

Für landwirthschaftliche Gebäude, Speicher, Vorrathskammern, Hausfluren, auch Böden in Wohngebäuden bildet man Estriche von Gypsteig. Zu diesem Zwecke wird der Boden vorher mit Erde oder Schutt, dann mit Sand wohl ausgeebnet, und hierauf in einer Entfernung von einer Wand, welche so groß ist, daß man noch mit einem Streichholze bequem darüberfahren kann, eine Latte eingelegt, um ein Feld abzutheilen. In dieses Feld streut man nochmals feinen trocknen Sand ein, und gleicht ihn völlig wagrecht aus. Dann wird der bereits in hinlänglicher Flüssigkeit bereitete Gypsteig oder Gypsmörtel mit Vorsicht und einem gewissen Kunstgriffe so ausgegossen, daß er sich nicht zu sehr mit dem Sande mischt, worauf man selben mit einem Streichholze gehörig ausbreitet. Ist die ausgegossene Masse hinlänglich erhärtet, was schon nach einer Viertelstunde geschieht, so wird die Lehrlatte herausgenommen, und in gleicher Entfernung von dem gemachten

Gusse, wie vorher von der Wand, wieder eingelegt, und so fort verfahren, wie das Erstemal. Beim Einlegen der Lehrlatte ist jedoch auf die nach einiger Zeit erfolgende Ausdehnung der Gypsmasse Rücksicht zu nehmen. Nach 36—48 Stunden dehnt sich selbe nach allen Seiten etwa um einen Zoll aus, daher für diese Ausdehnung bei der Lattenlegung so viel Raum an den Wänden gelassen werden muß, sonst hebt sich die Gypsmasse in der Mitte in die Höhe. Ist auf solche Art durch fortgesetztes Abtheilen des Feldes, und wiederholtes Eingießen der ganze Estrich, der etwa $^3/_4$ Zoll dick sein kann, vollendet, so wird der Guß, nachdem er Härte genug hat, mit der flachen Seite halbzylindrisch gebildeter Hölzer (Gypshölzer) sorgfältig geschlagen. Dieß kann nach 24—30 Stunden geschehen, indem er in dieser Zeit schon so hart ist, daß man Bretter darüber legen und darauf gehen kann. Nach Verlauf von 5—6 Stunden wird diese Arbeit wiederholt, und endlich der Boden noch mit kleinen Mauerkellen geglättet, auch wohl mit Bimsstein u. dgl. geschliffen. Man nimmt der Festigkeit wegen zu Estrichen gewöhnlich nicht bloßen Gypsteig, sondern einen Mörtel aus Gyps, Kalk, und Sand. Der Estrich wird aber um so feiner, je mehr man Gyps nimmt, und je feiner der Sand ist. Solche Estriche können auch in den Erdgeschossen der Gebäude über den Wölbungen von Kellern angelegt werden, nachdem man vorher mit Erde und Schutt einen ebenen Boden gebildet hat. In den obern Stockwerken von Gebäuden auf Gebälke müssen die Estriche eine Grundlage von sogenanntem Staakwerk erhalten, indem man nämlich in die Balken Staakhölzer einschiebt, und mit Lehmstroh umwindet, oder sogenannte Windelböden bildet, worauf dann eine Lage von Erde und Schutt kömmt.

9.

Zu den Stuckarbeiten rechnet man alle Wandaufzüge, und Verzierungen mit Gyps, dann den Stuckmarmor. Die Stuckmasse zu Wandaufzügen, oder zum Abputz und zu Verzierungen im Innern von Gebäuden, an Zimmer-

wänden, in Sälen, Decken u. s. w. besteht gewöhnlich aus einem Gemisch von Gypsteig, Kalk, und feinem Sand, in verschiedenen Verhältnissen. Man nimmt z. B. zum Abputz 3 Th. Gyps und 1 Th. Sand, oder 1 Th. Gyps, $^3/_4$ Kalkbrei, und $^1/_4$ Sand. Durch jenen Kalkzusatz erhärtet die Masse so langsam, daß dem Arbeiter Zeit genug zur Ausarbeitung bleibt. Man nimmt aber für den Abputz auch blos Gypsteig, den man auf einen Ueberzug von Kalkmörtel, anfangs gröber und steifer, dann feiner und flüssiger aufträgt. Solche Wandaufzüge werden überhaupt um so dauerhafter, und lassen sich um so glätter und feiner darstellen, je öfter sie an derselben Wand wiederholt werden, oder je mehr man Schichten bildet. Feiner glatter Abputz der Wände mit Gyps heißt auch Weißstuck.

10.

Die eigentlichen Stuckarbeiten, Verzierungen an Wänden und Decken, oder erhabene Gegenstände, Blumen- und Blättergewinde, Gesimsgliederungen und dergleichen, werden entweder vorher auf eigenen Formen vorgebildet, und dann schon vollendet an die Wand gefügt, oder man legt an letzterer einen Kern an, und bildet sie erst auf diesem an der Wand selbst mit Schablonen und Formen, oder zum Theil aus freier Hand mittels Bossirens. Die Befestigung schon geformter Gegenstände an die Wand geschieht dadurch, daß man die Fläche des Gegenstandes, welcher an die Wand kommen soll, rauh stoßt, mit frisch angemachten Gyps belegt, und dann den Gegenstand fest an die Wand hält. Schwere Gegenstände unterstützt man auch mit Klammern und Hacken. Einen Kern hat man für sehr erhabene Gegenstände nöthig, und bildet selben zunächst aus Latten und Bretterwerk, mit Nägeln und Draht verbunden. Dieser hölzerne Kern wird feucht gemacht, und dann mit fein gerührtem Gypse überzogen. Auf diesen Ueberzug trägt man eine Stuckmasse aus zwei Theilen feinen Gypses und einem Theile Kalkmörtel auf, und hierauf eine zweite Lage, welche aus 1 Thl. Gyps und 3 Thl. Kalkmörtel bestehen kann. Man gibt diesem Kerne nun die Hauptform mittels Schablonen u. s. w.,

wobei mit Spateln, Feilen u. dgl. nachgeholfen wird. Nach gehöriger Austrocknung wird nun derselbe, nachdem man ihn so lange mit Wasser befeuchtet hat, als er es noch einsaugt, mit dem eigentlichen feinen Stuck überzogen, der nach Vollendung geglättet, polirt und mit einem wollenen Lappen überrieben wird, welchen man in Wasser eintaucht, worin venetianische Seife gekocht wurde.

11.

Zur Verfertigung des Stuckmarmors (Stucco lucido) nimmt man den feinsten, im Backofen gebrannten, vollkommen weißen, gepulverten, und noch besonders durchgebeutelten Gyps. Diese Eigenschaften muß derselbe besitzen, theils damit er die möglichste Härte erlangt, theils auch die Farbe leicht und vollständig annimmt. Es wird nämlich für den ächten Stucco das Gypspulver gefärbt. Die Farben hiezu sind meistens Mineral- oder Erdfarben, so wie selbe auch zur Freskomalerei dienen.

Für die Bildung des Stuckmarmors läßt sich nur eine allgemeine Vorschrift geben, indem die Einzelnheiten, welche jeder besondern Arbeit ihren Werth geben, von der getreuen Nachahmung der vorliegenden Muster, und von einer Manipulation abhängen, welche eine Wirkung der Praktik, und des individuellen Kunstsinnes des Arbeiters ist. Es läßt sich leicht ein solcher Marmor darstellen, dem aber Naturgetreuheit fehlt. Als allgemeine Vorschrift kann Folgendes dienen. Man macht den Gyps mit Leimwasser (etwa $1/4$ Pfd. Leim auf 8—10 Maß Wasser) zu einem steifen Teig an. Das Leimwasser soll nämlich die zu schnelle Erhärtung verhüten, und auch die Masse binden und härter machen. Man schüttet selbes in den auf dem Arbeitstische zu einem Haufen aufgelegten, in der Mitte mit einer Grube versehenen Gyps, und arbeitet diesen allmählig mit dem Gypsmesser in eine gleichartige Masse zusammen, wobei, wenn es nöthig scheint, noch etwas Wasser nachgegossen, oder auch etwas Gyps nachgetragen werden kann, je nachdem der Teig zu steif und dick, oder zu dünn werden will. Hat man so den Teig für die ganze Arbeit, die man auf

Einmal vornimmt, nach einer beliebigen Form gebildet, so wird selber in so viele Theile getheilt, als das Marmor-Muster Farben hat, und jeder einzelne Theil mit einer Farbe so lange zusammengeknetet, bis er die Farbe gehörig aufgenommen hat. Alle diese farbigen Stücke werden nun in entsprechender Reihenfolge zusammengelegt, oder in gröblichen Theilen untereinander geworfen, und in einer Form, welche für den vorliegenden Fall die beste scheint, (kuchen- oder plattenförmig) mit den Händen zusammengepreßt, worauf man das Ganze, wenn es einige Consistenz hat, quer mit einem Messer durchschneidet. Auf der Durchschnittsfläche kommen nun die Marmorirungen zum Vorschein, und es wird so die Masse nach und nach auf die Wand geklebt, wohin sie kommen soll, oder bei großen, starken Arbeiten diese Operation auf der Wand selbst vollbracht. Die Quantitäten der einzelnen farbigen Gypsmassen, die man zusammarbeitet, richten sich nach dem Bedürfnisse. So ist für den Grundton immer die Hauptmasse vorzubilden, für Adern preßt man nur schmale Theile ein, und bereitet für fließende Adern eine eigne, dünnere Masse, die man zwischen die steife eindrückt. Einzelne weiße, und andere scharfbegränzte Flecken und Punkte werden durch eingestreute Natursteine, z. B. Marmorstückchen, oder Alabasterstücke gebildet. Vielfarbige und punktirt geaderte Granite bildet man aus den entsprechend gefärbten, durch Zerreiben einer ganz steifen Masse erhaltenen, gröblichen Gypstheilen, die man in den weichern Grundton einmengt.

Das Schleifen und Poliren geschieht anfänglich mit minder harten und feinen Materialien, dann mit stufenweise härtern und feinern. Zuerst bedient man sich des sogenannten Wienersteines (geschlämmten und gegossenen Bimssteins), dann eines grünlichen Sandsteines (Schweizer Sandsteins), hierauf eines grünen Thonschiefers (Grünsteins), und nach diesem zweier Sorten von schwarzem Thonschiefer, zuerst eines weichern und minder feinen, dann eines härtern und feinern. Man nennt diese letztern überhaupt schwarze Polirsteine, auch zum Probiren der edlen Metalle dienlich. Auf selbe folgt ein rother Jaspis, und diesem

endlich der bekannte Blutstein (fasrige Rotheisenstein). Man bekommt diese Steine in den Handlungen, muß sich selbe aber erst mit Sorgfalt zuschleifen, daß sie sich auf der Gypsfläche gut führen lassen. Die Politur, die man damit hervorbringen will, muß nicht nur spiegelglänzend, sondern auch dauerhaft sein. Nach jedesmaligem Schleifen muß die Fläche gereinigt werden, wodurch dann viele kleine Löcher zum Vorschein kommen, die man mit der Grundmasse, worin sie sich befinden, durch Hülfe der Spachtel ausfüllt und ausgleicht, wobei man Sorge tragen muß, denselben Farbeton zu treffen, den die Grundmasse hat, sonst entstehen mißfarbige Flecken, die am Naturmarmor nicht vorkommen.

12.

Zu unterscheiden von diesem eigentlichen Stuckmarmor ist der **Stucco lustro**, welcher aus einer Masse bereitet wird, die man aus fein gepulvertem Marmor= oder Alabasterstaub und geschlämmten Kalk bereitet, auf 1 Thl. Kalk 2 Thle. Marmor= oder Alabasterstaub, welche Körper man zur Mörtel=Consistenz mit der Farbe des Grundtones innig zusammenarbeitet, auf einen Mauergrund von Kalk und scharfem Sande aufträgt, und nach einigem Trocknen glatt putzt, zuletzt mit einer stählernen Kelle abschleift. Die so bearbeitete, noch nicht trockene Wandfläche wird nun entsprechend mit den übrigen Farben bemalt. Nach dem Einziehen derselben nimmt man wieder die Polirkelle zu Hülfe, streicht mit ihr darüber, und trägt mit einem Pinsel eine Politurmasse *) auf, über welche man nun zum zweiten Male mit der flachen Seite der Kelle hinfährt. Dadurch treten die Farben und der Glanz lebhaft hervor.

13.

Es lassen sich mit Stucco auch die schönsten Mosaik=Arbeiten bilden. Es geschieht dadurch, daß man in eine Grund=

---

*) Etwa 6—8 Loth gelbes oder weißes Wachs, 4 Lth. Seife und 2 Lth. weinsteinsaures Ammoniak, mit 2 Quart Wasser.

masse von Stuck die Dessins einlegt. Ist nämlich der Grund in einem Tone angelegt, und bis zu einem gewissen Grade geschliffen, so wird mit dem Gypsmesser der Umriß des einzulegenden Theils rein ausgeschnitten, und der zwischen den Conturen befindliche Gypstheil der Grundmasse völlig ausgelöst. In die leere Stelle bringt man nun den farbigen Teig, welcher wieder den Grund für kleinere Dessins bilden kann. Ist auch diese Masse hinlänglich erhärtet, wie vorhin geschliffen, und mit der übrigen Fläche gleich gearbeitet, so schneidet man wieder jene Stellen aus, die noch als Hauptpartien einer Zeichnung anzusehen sind, und kann so, nach dem vorliegenden Muster sich richtend, nach und nach alle Theile der Mosaik ausführen. Nach Vollendung dieser Arbeit erfolgt die allgemeine Politur der gesammten Mosaik.

VIII. Von den Kitten und dem Erdharz oder Asphalt.

1) Kitte.

1.

Im Bauwesen sind verschiedene Gemenge gebräuchlich, welche durch ihre große Adhäsion an festen Körpern, auf deren Oberflächen sie in flüssigem Zustande und in dünnen Schichten gebracht werden, nachdem selbe selbst erhärtet sind, diese Körper fest verbinden, und welche man Kitte nennt. Es gibt eine Menge Vorschriften für solche Kitte, unter denen aber nur wenige nach der Erfahrung vorzügliche Dienste leisten. Manche darunter bestehen sogar oft aus Gemengen, von denen man sich schon im Voraus nichts Gutes versprechen kann, und welche nur von Unkundigen auf Treu und Glauben eine Anwendung finden können.

2.

Die Wirkung eines Kittes wird sich zunächst nach dem Zusammenhang richten, den seine eignen Theile beim Erhärten haben, und dann nach den Graden der Anziehung, welche er auf die Oberflächen der zu verbindenden Körper äußert. Diese Anziehung kann nicht blos physische oder Wirkung der Adhäsionskraft, sondern auch eine chemische Anziehung seyn, und die Stärke des Zusammenhanges zwischen Kitt und den zu verkittenden Theilen durch chemische Verbindung ihrer Oberflächen erhöht werden. Die Materialen, welche man zu den Kitten verwendet, müssen daher von solcher Beschaffenheit seyn, daß der Kitt selbst eine bleibend feste Masse wird, d. i. die Theile der Kitte dürfen keine solchen Eigenschaften besitzen, die eine dauernde Verbindung nicht zulassen.

Man kann von den Kitten nach den wesentlichen Bestandtheilen, die sie enthalten, unterscheiden: Leimkitte, Käse- und Eiweißkitte, Oelkitte, Harzkitte, Rost- oder Eisenkitte.

3.

Die Leimkitte, darunter Gummi-Auflösung, Stärkekleister, Tischlerleim, Hausenleim, dienen hauptsächlich nur zur Verbindung von organischen Stoffen, Papier, Pappe, Holz u. dgl. Die Käse- und Eiweißkitte leisten zum Theile auch sehr gute Dienste für Verkittung von Glas, Thon, Stein und Metallen. Gewöhnlicher guter Thierleim (aus Hautabfällen u. dgl.) würde als Kitt meistens vortreffliche Dienste leisten, wenn er nicht den Fehler hätte, Feuchtigkeit anzuziehen, und davon zu erweichen. Um diesem Nachtheile einigermassen zu begegnen, versetzt man ihn mit Leinölfirniß, auf 8 Loth Leim etwa 4 Loth Firniß, letztern in den über Feuer befindlichen Leim eingerührt. Man kann damit hölzerne Wassergefäße (Bottiche u. dgl.) leimen. Es läßt sich dieser Kitt auch aufbewahren, und wird mit dem Alter noch besser. Statt Leinöl kann man auch Terpentin, etwa den vierten Theil

dem Leime zusetzen, und bekömmt dadurch einen Kitt zum Aufkitten von Glas oder Metall auf Holz, und von Metall auf Glas. Der mit Leinöl versetzte kann auch mit pulverigen Substanzen gemengt werden, und dient dann als Ausfüllungsmasse von Rissen und Spalten, mit trocknen Sägespänen und Kreidepulver, z. B. als Ausfüllung von Holzspalten.

4.

Zu den Käsekitten nimmt man frischen Käse und gebrannten Kalk. Beide zusammengerieben geben einen sehr festen Kitt, womit man fast Körper aller Art verbinden kann. Der Käse wird nach abgepreßter Molke theilweise mit dem feingepulverten Kalk auf einem Mörser abgerieben, wobei vom Kalke nur höchstens $^1/_4$ genommen werden darf. Man kann auch trocknen alten Käse nehmen, den man in Stücke zerschnitten mit siedendem Wasser durchknetet, bis er sich zu Schleim auflöst, das Wasser abgießt, hierauf wieder siedendes Wasser hinzubringt, die Käsemasse wieder durchknetet, und zuletzt mit dem Kalkpulver zusammenreibt. Auch läßt sich frisch gebrannter Kalk, vorher mit wenig Wasser gelöscht, mit dem Käse zusammenreiben. -- Für Fälle, wo dieser Kitt mehr Körper haben soll, um Steine, Metall und Holz zu verbinden, oder zur Ausfüllung von Rissen zu dienen, setzt man gepulverte, harte Körper als Cemente bei, gepulvertes Ziegelmehl, gepulvertes Glas, oder Quarzpulver, auch etwas Eiweiß oder Blutwasser; oder löscht den Kalk vorher mit etwas Wasser, indem man z. B. 1 ℔ Kalk mit Wasser in dicken Brei verwandelt, dazu $3^1/_4$ ℔ gepulverten Quarz, und dann noch 1 ℔ Käse setzt. Die zu verkittenden Stellen werden vorher mit Wasser befeuchtet.

Einen ähnlichen Kitt zur Zusammenfügung von Steinen und Ausfüllungen bekömmt man aus Kalk in verhältnißmäßig größerer Menge, Eiweiß und Blutwasser, so wie abgerahmter Milch, womit man Ziegelmehl, Steinmehl, feinen Sand u. s. w. vermischt. Er erhärtet langsamer, als der Käsekitt, bindet aber weniger.

Eiweiß mit Tragantgummi, und dazu Kalk mit feinem Ziegelmehl eingerührt, gibt einen langsam trocknenden Kitt für Mosaikarbeiten. Statt Eiweiß dient auch starkes Leimwasser, mit gepulvertem Kalke zusammengearbeitet. Eiweiß mit Weizenmehl zu einem Teig angemacht, gibt auch einen Kitt für Dampfröhren, weil dasselbe, in der Hitze gerinnend, im Wasser nicht mehr auflöslich ist.

5.

Von den **Oelkitten** ist das Leinöl, oder vielmehr der Leinölfirniß, oder sonst ein Oelfirniß, der wesentliche Bestandtheil. Der Erhärtung und Bindung dieser Kitte ist daher das Wasser nicht hinderlich. Der Oelfirniß trocknet auch für sich schon leicht, um aber seine trocknende Eigenschaft zu erhöhen, mischt man ihm gewöhnlich Bleiweiß durch Abreiben bei, oder auch geschabte Kreide. Man kann diesen Firniß schon für sich als Kitt zu mehrfachen Zwecken benützen, im Großen versetzt man ihn aber mit einer Mengung von gepulverter Bleiglätte und gepulverter Kreide, oder mit an der Luft zerfallenem Kalk, indem man diese Körper in einem Mörser durch Stoßen mittels der Keule vereinigt. Die Bleiglätte (statt selber auch Mennig) und Kreide setzt man nach und nach zu, bis man einen Teig von der nöthigen Consistenz erhalten hat. Die damit zu verkittenden Stellen bestreicht man vorher mit Firniß oder mit Wasser. Man kann mit solchem Kitte Ziegel und Steine bei Wasserbehältern, Terrassen u. s. w. verbinden, auch ist er für Dampfröhren und Wasserleitungen sehr anwendbar. Für letztern Fall werden Wergschnüre damit imprägnirt und diese in die Röhrenfugen eingetrieben.

Ein anderer Kitt, besonders für eiserne Dampfröhren wird bereitet aus Leinölfirniß mit einem Gemenge von gleichen Theilen Bleiweiß, Braunstein, und weißem Pfeifenthon, zu einem Teig von der nöthigen Consistenz angemacht. Dieser Kitt wird fast noch härter als Stein. *)

*) S. Dinglers polyt. J. Bd. 90.

Einen vorzüglich guten Steinkitt bekömmt man nach folgender Vorschrift: Man erhitzt 2 ℔ Leinölfirniß auf Kohlenfeuer und rührt dazu gleiche Gewichtstheile reinen Quarzsandes, und gepulverter Bleiglätte, beides vorher möglichst gemengt, so daß man eine Art Brei erhält. Man verwendet diesen Kitt noch heiß, und kann denselben nicht aufbewahren, darf aber nur das Gemenge von Quarzsand und Glätte, so wie den Firniß vorräthig haben, so kann man ihn sogleich jedesmal bereiten. Er erhärtet in 2 Tagen. *)

6.

Der vorzüglich wirkende Bestandtheil der Harzkitte ist ein Harz, welches geschmolzen zwischen die Flächen der zu verbindenden Körper gebracht wird. Diese Kitte vertragen das Wasser, aber keine höhere Wärme. Die Verkittung damit erfolgt so wie das Harz erkaltet, mithin sehr schnell. Im Kleinen kann man verschiedene Harze für sich allein verwenden, z. B. beim Verkitten von Gläsern, und nimmt ihrer Leichtflüssigkeit, Durchsichtigkeit und hellen Farbe wegen gewöhnlich Mastix und Sandarac. Häufig kittet man auch mit Schellak. Im Großen nimmt man aber gewöhnlich Pech oder Colophonium, theils diese Körper allein, und mit einem Cemente von Sand, Ziegelmehl, gepulverter Kreide, gepulvertem Kalkstein, Gyps u. s. w., theils mit Schwefel gemischt, wenn eine größere Härte erforderlich ist, oder auch mit Wachs, Asphalt, Talg, Terpentin und Steinkohlentheer versetzt, wenn der Kitt weniger hart und spröde sein soll. Solche Kitte dienen vorzüglich zur Verbindung von Steinen, zur Auskittung von Terrassen, zur Herstellung eines die Feuchtigkeit abhaltenden Mauerwerks, auch zur Verbindung von Stein auf Holz oder Eisen, zum Einkitten des letztern in Stein; jedoch nur in Fällen, wo der verkittete Theil keiner höhern Wärme, und der Kitt keiner mechanischen Beschädigung ausgesetzt ist. Um ihn dauerhaft anzubringen,

*) S. Dinglers polyt. J. Bd. 90.

müssen die zu verbindenden Theile jedesmal gehörig erwärmt werden, weil derselbe um so besser in dieselben eingreift, je weniger ihre Temperatur eine geringere ist. Meistens setzt man dem Peche oder Kolophonium gelbes Wachs zu. Auch ist Kolophonium für sich zu spröde, und erfordert einen Zusatz von gelbem Pech, oder etwas Terpentin.

Ein gewöhnlicher Harz=Steinkitt besteht aus 7—8 Theilen Kolophonium oder Pech, mit 1 Th. Wachs zusammengeschmolzen, und etwa $^1/_4$ Gyps gemengt, welchen man auf die vorher durch glühende Kohlen erwärmten Steinfugen aufträgt, und dann die Steine möglichst zusammenpaßt, damit kein überflüssiger Kitt dazwischen bleibt.

Ein ähnlicher Kitt wird bereitet aus 24 Th. Kolophonium oder Pech, 3 Th. Wachs, 2 Th. Terpentin mit Ziegelmehl; für feinere Verkittungen aus einer Mischung von 12 Th. Kolophonium, 3 Th. venetianischen Terpentin, 1 Th. weißen Wachs, 2 Th. Mastix mit einem kleinen Zusatz von Ziegelmehl oder Gyps.

Beim Kitten von Eisen auf Stein (auch Holz) ist ein Zusatz von Schwefel der Härte wegen besonders nützlich. Einem solchen Kitte setzt man auch Eisenfeile oder Hammerschlag zu. Z. B. es wird 1 ℔ Harz mit 8 Lth. Schwefel geschmolzen, und eine Mengung von Eisenfeile und feinem Sande oder Ziegelmehl eingerührt. Oder: 1 ℔ Schwefel wird mit 1 ℔ Pech geschmolzen, und feiner Sand oder Ziegelmehl zur gehörigen Consistenz eingerührt.

Man kann auch Pech und Asphalt zu gleichen Theilen zusammenschmelzen, und mit Ziegelmehl mengen. Aus 3 Th. Asphalt, 2 Th. Kolophonium, 1 Th. Wachs, und 4 Th. Sand, Ziegelmehl oder gepulverten Kalkstein bekömmt man gleichfalls einen guten Steinkitt.

Steinkohlentheer wird vorher etwas abgedampft. Zur Zusammenfügung irdener Wasserröhren dient ein Kitt von 6 ℔ Steinkohlentheer, zur Hälfte abgedampft, 1 ℔ Schwefel, und $^1/_2$ ℔ Talg in der fließenden Masse aufgelöst, dann 2 ℔ Sand oder Ziegelmehl eingerührt.

Hiesige Steinmetze bedienen sich folgender Kitte: 1) Feuerkitt. 1 ℔ Colophonium oder feines Pech, 1/4 ℔ Schwefel und 2 Loth Terpentin werden zusammen erwärmt und geschmolzen. Dazu kömmt 1 ℔ Marmorstaub von derselben Farbe, die der Kitt erhalten soll. Man rührt diese Materialien auf gelindem Feuer um, und gießt nach fleißiger Mengung den Kitt portionenweise auf einen nassen Stein aus.

2) Steinkitt, zum Einlassen in Steinporen, Fugen und Adern. 1 ℔ Kolophonium, 1 1/4 ℔ Wachs, 1 Loth Terpentin werden mit einander gekocht, dann in warmes Wasser gegossen, hierauf die Masse herausgenommen, und fest mit den Händen abgearbeitet, bis selbe erkaltet.

3) Glanzkitt, für Steine, welche polirt werden müssen. Man nimmt etwa 1/4 ℔ Schwefel mit der Farbe, die der Stein hat. Beides wird verkocht, und dann auf einen nassen Stein ausgegossen.

4) Weißer Kitt, zu weißen Steinen dienlich. 2 Loth Walrath, und 1 Loth weißer Marmorstaub, zusammengekocht und ausgegossen.

Zu den Harzkitten gehört auch der in neuerer Zeit berühmt gewordene Marineleim oder Schiffsleim Jeffery's. Es entsteht derselbe durch eine Vereinigung von Kautschuk und Gummilak (Schellak) oder Asphalt, indem man diese Substanzen in Steinöl auflöst. Es wird eine besonders zum Zusammenleimen von Holz, das unter Wasser kömmt, dienliche Art auf folgende Weise bereitet. *) Man mischt 1 ℔ Kautschuk, in dünne Streifen geschnitten, mit 4 Gallons Steinöls, und rührt beides so lange zusammen, bis ersteres aufgelöst ist, und die Lösung die Consistenz eines dicken Rahms hat (in 10—12 Tagen). Nun setzt man 2 Gewichtstheile Gummilak oder Schellak zu einem Theil dieser Lösung, und bringt die Mischung in ein eisernes Gefäß, welches unten mit einem Hahne versehen ist. Dieses Gefäß wird erhitzt, und darin die Masse so lange gerührt, bis sie vollkommen gleichartig ist. Der

---

*) S. Dinglers polyt. J. Bd. 87 S. 157.

Leim ist dann fertig, und wird durch den Hahn noch warm abgelassen, dann auf Steinplatten abgekühlt, beim Gebrauche aber in einem Gefäße erhitzt. Man macht ihn flüssig bei einer Temperatur von 104° R., die nicht überschritten werden darf, weil eine stärkere Hitze nachtheilig auf seine Bestandtheile, besonders auf das flüchtige Oel desselben wirken würde. Um diesem Nachtheile zu begegnen, ist es am Besten, ihn durch ein Wasserbad zu erhitzen. Da er schnell erhärtet, so muß er sogleich verwendet werden.

Man hält dafür, daß sich dieser Leim nicht nur durch Bindekraft auszeichne, sondern auch den Vorzug von Elastizität, Unauflöslichkeit im Wasser, und Undurchdringlichkeit gegen dasselbe besitze, und hält ihn für ein ganz vorzügliches Material, um besonders Schiffsbauholz, und jede Art des Bauholzes, besonders auch für den Eisenbahnbau aufs Dauerhafteste gegen Feuchtigkeit zu schützen, dann unter Wasser gesetztes Holzwerk an einander zu leimen, Steine, an die er sich sehr gut anlegt, unter Wasser zu verkitten, Metalle zu überziehen, Fugen, oder Risse und Sprünge, besonders bei Gegenständen unter Wasser auszufüllen. Verschiedene Versuche haben bewiesen, *) daß seine Bindekraft die von gutem Leder- oder Knochenleim nicht übersteige. Dagegen hat er alle Proben ausgehalten, daß er im Wasser nicht nur nicht erweicht, sondern nicht einmal aufquillt, auch der Witterung und jedem Wechsel der Temperatur widersteht. Er gehört daher zu den vorzüglichsten Kitten. Seine Anwendung ist nur dadurch erschwert, daß er nicht nur geschmolzen werden muß, um wie gewöhnlicher Leim flüssig zu werden, sondern dann auch viel schneller erstarrt, wozu die Verflüchtigung seines Steinöls beiträgt, daher es schwierig ist, ihn ohne Nachtheil seiner bindenden Kraft auf großen Flächen anzubringen.

7.

Die wesentlichen Bestandtheile der **Rostkitte** sind **Eisenfeilspähne**, welche solche Zusätze erhalten, daß sie oxydiren oder Rost bilden, wodurch sie einen größern Raum einnehmen, und die verkittende Fuge mit dichter Masse ausfüllen. Solche Kitte tau-

gen vorzüglich zur Verbindung eiserner Röhren von Wasser- und Dampfleitungen, auch für Wasserbehälter, welche aus Eisenplatten bestehen, und zum Einkitten von Stein und Eisen, so wie zur Ausfüllung der Fugen steinerner Platten von Terrassen und Wasserbehältern. Es müssen aber solche Kitte, damit sie die gehörige Festigkeit erlangen, zusammengepreßt werden, bei eisernen Röhren und Behältern durch Zusammenziehung mittels Schrauben, in andern Fällen durch Schlagen mit einem stumpfen Meißel. Sie widerstehen dem Wasser und dem Feuer, sind daher auch für eiserne Sudkessel anwendbar.

8.

Man bereitet dieselben gewöhnlich, indem man Eisenfeile mit Essig (Weinessig), oder mit verdünnter Schwefelsäure (auf 30 Th. Wasser 1 Th. Säure) anrührt. Oder man vermengt Eisenfeile mit der Hälfte ihres Gewichtes Eisenvitriol, bildet mit Essig einen Brei daraus, und kittet damit. So bereitet dient der Kitt besonders zur Verkittung der Steinfugen von Wasserbehältern. Zur Verbindung hingegen der Eisenränder (sowohl von Schmiede- als Gußeisen) wird die Eisenfeile mit Schwefel und Salmiak versetzt, wodurch sowohl Eisenrost, als auch etwas Schwefeleisen entsteht, was die Haftung des Kittes verstärkt. Für solchen Kitt nimmt man auf 98 Th. Gußeisenfeile, welche vorher gesiebt wird, 1 Th. Schwefel, vermengt beides, und rührt das Gemenge mit siedendem Wasser an, worin 1 Th. Salmiak aufgelöst ist. Das Wasser soll hinreichen, daß man einen mörtelartigen Brei bekömmt. Der Kitt wird sogleich verbraucht. Die Eisenfugen, wohin er kommen soll, müssen vor dem Auftragen blank geschabt werden.

Man kann auch 2 Th. gepulverten Salmiak und 1 Th. Schwefelblumen in einem Mörser vermengen, und in einem verschlossenen Gefäße aufbewahren. Will man den Kitt haben, so nimmt man 1 Th. dieses Pulvers, und 20 Th. Eisenfeilspähne, und rührt nach guter Mengung beides miteinander an. Hat sol-

cher Kitt die Glühhitze auszuhalten (in Röhrenstücken, welche im Feuer liegen), so nimmt man 4 Th. Eisenfeile, 2 Th. schwefelkiesfreien Thon, und 1 Th. Porzellankapselscherben, und rührt das Ganze mit einer gesättigten Salzauflösung zu einem Teige an.

Man macht auch Rost-Feuerkitt, indem man 5 Th. Eisenfeile mit 1 Th. dem Gewichte nach feingesiebten Thones vermengt, das Gemenge mit Weinessig etwas anrührt, und es bis zur Erhitzung stehen läßt, worauf es schnell verbraucht werden muß. Beim Verbrauche gießt man noch etwas Essig dazu, und bringt den Kitt auf die gereinigten, vorher mit Essig befeuchteten Fugen.

Als Regel für die Benützung aller Kitte gilt noch, daß die Flächen, welche verkittet werden sollen, möglich genau und stark auf einander passen, nicht nur weil dadurch überhaupt die Berührungspunkte vermehrt, sondern auch die Kittlage möglichst dünn wird, indem die gegenseitige Anziehung zwischen Kittheilen und Theilen der Verkittungsflächen größer ist, wenn erstere nicht überflüssig vorhanden sind, auch die Kittmasse dadurch selbst leichter erhärtet, und weniger springt. Ueberdieß fallen dicke Kittlagen unangenehm ins Auge. Aus diesem Grunde müssen zwar alle Punkte der Verkittungsfläche mit Kitt hinlänglich versehen, dieselben aber, so gut es thunlich ist, nicht nur zusammengefügt, sondern auch zusammengepreßt, und so lange unter diesem Drucke ruhig erhalten werden, bis der Kitt völlig erhärtet ist.

2) Vom Asphalte.

9.

Das eigentliche Asphalt (Erdpech, sonst auch Judenpech genannt) gehört zu den mineralischen Körpern, welche Verbindungen von Kohlen- und Wasserstoff sind, sich durch ihre Entzündlichkeit auszeichnen, und mit viel Rauch und auffallendem (bituminösen) Geruch brennen. Es ist ein amorpher Körper von muschligem Bruche, einem spezif. Gew. von 1 — 1, 2, pech=

schwarzer oder schwärzlichbrauner Farbe, fettig glänzend, undurchsichtig, bei gewöhnlicher Temperatur spröde, etwas über den Siedepunkt des Wassers erweichend, bei höherer Temperatur zähe flüssig werdend, auflöslich in Steinöl, Terpentinöl und Aether. Es ist dieses Produkt schon von alten Zeiten her sehr bekannt. Man findet es in Flötzgebirgs-Formationen, öfters in eignen Lagern, oder blos parthienweise, bisweilen mit vielen erdigen Theilen gemengt. Besonders ist das Vorkommen desselben am todten Meere berühmt, wo man es oft auf dem Wasser schwimmend findet. Sehr häufig kömmt es auch in Albanien vor, auf der westindischen Insel Trinidad, u. s. w. Es dient dieses Asphalt, nachdem man es vorher ausgeschmolzen hat, um es von den erdigen Theilen zu reinigen, als Kitt, zum Theeren der Schiffe, überhaupt als Fäulniß abhaltender Anstrich, und zu andern Zwecken, weßwegen es auch in den Handlungen vorkömmt.

10.

Was man aber jetzt gewöhnlich Asphalt nennt,*) besonders dasjenige Produkt, das zu Straßenbelegungen benützt wird, und welches man auch zum Dachdecken vorgeschlagen hat, ist kein eigentliches Erdharz, Erdpech oder Asphalt, sondern besteht nur in einem bald mehr thonigen, bald kalkigen, bald sandigen Gesteine, welches mehr oder minder von erdharziger (bituminöser) Substanz durchdrungen ist, oder aus einer durch Bitumen locker zusammengebackenen Masse feinen Kiesel- oder Kalksandes. Alle diese Mineral-Substanzen sind mit dem Bitumen nur in sehr unbestimmten Verhältnissen getränkt, daher oft von einem Fundorte verschieden; gewöhnlich ist der Bitumengehalt geringer nach der Erdoberfläche zu.

---

*) Als Rückstand bei der Destillation von Steinkohlentheer, bei der Rußbereitung aus Harz und Pech gewinnt man in England ein Produkt, welches künstliches Asphalt heißt, und dem natürlichen, mit dem es auch chemisch nicht gemein ist, weit nachsteht.

Man kann den bituminösen Bestandtheil durch Auskochen bei lockern Sandmassen, und durch Auflösen des Gesteins mittels Salzsäure, wenn es kalkig ist, von den erdigen Theilen trennen, und es erscheint dann dieser Bestandtheil wieder verschieden, nämlich dünn und ölartig flüssig, als Erdöl, oder dickflüssig theerartig als Erdtheer, oder harzartig in fester Masse als Erdharz. In allen diesen Fällen läßt sich der bituminöse Theil durch Destillation mit Wasser in zwei Körper zerlegen, einen mit den Wasserdämpfen flüchtig übergehenden, und dann als ätherisches Oel erscheinenden, und einen als festes sprödes Harz zurückbleibenden. Der erstere heißt Petrolin (Petroleum, Steinöl), der andere Asphaltin. Das erstere ist im Erdöl und Erdtheer, das letztere im Erdharz vorherrschend.

11.

Aus dieser verschiedenartigen Beschaffenheit ergibt sich der verschiedene Werth der natürlichen Asphalte, welche man daher zuerst nach ihrem Bitumengehalt zu untersuchen hat. In Folge chemischer Analyse mehrerer Asphaltgattungen geschah dieß, *) indem der gewogene Asphaltstein so lange geglüht wurde, bis die aus dem Bitumen anfangs entstandene Kohle verbrannt war. Die erdige Asche wurde dann mit Salzsäure behandelt, und das darin Auflösliche, größtentheils kohlensaurer Kalk, von der unauflöslichen Kieselerde getrennt. Der Gewichtsverlust ergab die Menge des Bitumens. Dieses wurde abgeschieden, indem man den Asphaltstein mit Salzsäure so lange knetete, bis diese nichts mehr aufnahm.

Die bekanntesten bisher aufgefundenen, zum Straßenpflaster verwendeten Asphalte sind: 1) Asphalt von Seyssel (Depart. de l'Ain). Daselbst wird ein von Bitumen durchdrungener Kalkstein oder zusammengebackner Kalksand am Meisten angewendet. Er besteht in 100 Theilen aus 9 Th. Erdharz, und 91 Th.

---

*) S. Kunst- und Gewerbeblatt d. polyt. V. J. 1845.

kohlensaurem Kalk. Das Bitumen desselben ist hart, elastisch, glänzend schwarz. 2) Asphalt von Val de Travers im Kanton Neuschatel, gleichfalls ein von Bitumen durchdrungener Kalkstein, mit größerm Bitumengehalt, in 100 Theilen aus 88 Th. kohlensaurem Kalk, 12 Th. Bitumen. 3) Asphalt von Lobsann (Depart. des Niederrheins, Bezirk Weißenburg, nahe bei Straßburg). Es finden sich daselbst asphaltige Lager, auf welche Braunkohle folgt, und in den tiefsten Schichten Erdtheer. Es ist ein kalkig thoniger, oder mergeliger Sandstein, in 100 Th. aus 88 Th. eisenschüssigem, kohlensauren Kalk, und 12 Th. Bitumen. Ein Gemisch von Asphaltstein und Erdtheer, welches sich zu Lobsann findet, heißt Lobsanner Asphalt-Kitt. Es enthält 77 Proz. kohlensauren Kalk, und 28 Proz. Bitumen. 5) Asphalt von Hannover (von Limmer bei Hannover). Von diesem Asphaltstein, welcher von brauner Farbe ist, wurde in einer Tiefe von 14 F. eines eröffneten Bruches eine Sorte gefunden, die fast ganz aus Erdharz, nur aus 1—1$^1/_2$ Th. Kalksand und 98—99 Th. Bitumen besteht, und daher jede französische Sorte bei weitem übertrifft. Doch ist nicht jede Sorte dieses Limmerischen Asphaltsteins von gleich guter Beschaffenheit. — Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich das Asphalt von Seyssel und Val de Travers als vorzüglich bewiesen. Die wichtigsten Anwendungen davon werden in Frankreich selbst, in Paris u. s. w. gemacht. In Deutschland wird gewöhnlich Asphalt von Lobsann, auch Neuschatel in Anwendung gebracht.

12.

Es wird dieses Produkt, so wie es aus den Minen kömmt, mit Wasser gekocht, wobei dann der erdharzige Theil auf die Oberfläche des Wassers tritt, und mit Schaumlöffeln abgenommen werden muß. Dieses Kochen und Abschäumen wird einige Zeit fortgesetzt. Die ersten Abschäumungen führen noch viel Sand- oder Steintheile mit sich. Zuletzt kömmt die Masse in hölzerne Bottiche zum Ablagern, und endlich in einen Kessel, wo man selbe so lange erhitzt, bis alles

Wasser daraus verdampft ist. Beim Erkalten setzt sich der noch anhängende Sand zu Boden, und so kömmt das Asphalt in Stücken in den Handel.

13.

Bekanntlich bildet man damit das Pflaster für Trottoirs, (denn zu Fahrwegen hat es sich durchaus unhaltbar erwiesen), indem man es in einem, durch einen Deckel verschließbaren, und mit Handhaben zum Transport versehenen eisernen Kessel schmilzt, welcher durch das Feuer eines tragbaren eisernen Ofens erwärmt wird. Man rührt es einigemal im Kessel um, und wenn es den gehörigen Grad von Zäheflüssigkeit erlangt hat, schöpft man mit einem eisernen Löffel so viel davon aus, als man auf einmal auszugleichen vermag. Das Ausgeschöpfte gießt man auf den Boden, auf welchen vorher ein gutes Ziegelpflaster mit hydraulischem Mörtel gelegt wurde, oder auf welchen man eine Lage von Gußmörtel brachte, und wovon man ein Feld durch zwei eiserne quer durch denselben eingelegte Lineale von $^1/_2$ Zoll Dicke abgetheilt hat. Das dahin Ausgegossene wird sogleich mit einer Art Spatel ausgeglichen, und dann noch mit einem Schlagholz, welches eine ebene Bahn hat, fest geklopft, und die Naht zwischen jedesmal zwei Feldern nach der Herausnahme des daselbst befindlichen Eisenlineals geebnet. Auf die noch nicht ganz starre Masse wird hierauf ein scharfer, reiner, vorher durchwärmter Sand mit einem Siebe gleichmäßig ausgestreut, und noch mit einem Reibebrett sorgfältig eingedrückt. Durch Einlage kleiner Steinchen u. dgl. lassen sich Schriften und Verzierungen anbringen.

14.

Es ist schon geraume Zeit, daß dieses Produkt einen vorzüglichen Ruf erhielt als ein Material, welches sich mehr wie jedes andere zu Weg- und Strassenpflastern, und selbst zur Eindeckung der Dächer eigne. Man rühmte von ihm seine spezi=

fische Leichtigkeit, Elastizität und Dauer gegen mechanische Reibung, der Witterung und jeden Temperaturwechsel. Damit gebildete Pflaster können leicht trocken und rein gehalten werden, und sind für Fußgänger wenig ermüdend. Dazu kömmt der geringe Kostenbetrag, der es selbst bei uns als ausländisches Material noch anwendbar zu machen scheint, wenn damit die Kosten für Steinpflaster, öftere Erneuerung derselben u. s. w. verglichen werden.

15.

Mit gutem Asphalt und fleißiger geschickter Behandlung desselben lassen sich allerdings sehr bequeme, reinliche Fußwege bilden. Man hat aber die Vorzüge dieses Materials sehr übertrieben. Abgesehen von ungünstigen Lokal-Umständen, mangelhafter Beschaffenheit der verwendeten Sorte u. s. w. ist seine Dauerhaftigkeit nicht so groß, als man anfänglich behauptete. Es wird theilweise besonders an den Fugen der Einfassungen, und an Stellen, wo der Boden trotz einer sorgfältigen Unterlage nach den Einflüssen der Jahreszeit Unebenheiten bekömmt, und wo sich der Regen ansetzen kann, bald zerstört, und macht viele Ausbesserungen nöthig, welche mit den übrigen nöthigen Vorbereitungen die Kosten dieses Produktes dennoch ziemlich steigern. In Gegenden, wo es nicht an guten Steinen zu Pflaster gebricht, werden diese der Dauerhaftigkeit wegen den Vorzug verdienen.

IX. Vom Glase und der Glasmalerei.

1.

Das zu technischen Zwecken dienliche Glas ist eine chemische Verbindung von kieselsaurem Kali oder Natron, und kieselsaurem

Kalke oder Bleioxyd. Das Hauptmaterial hiezu ist die Kieselerde (der Quarz) oder ein quarziger Körper. Die Kieselerde ist für sich in keinem Feuer schmelzbar. Mit den genannten Basen verbindet sie sich aber, da selbe die Eigenschaften einer Säure besitzt, in der Schmelzhitze zu Salzen, und giebt damit das Produkt, welches wir Glas nennen. Es ist mithin zur Darstellung desselben auch eines von jenen Alkalien nöthig, oder ein Körper, der Kali oder Natron enthält, für welchen Zweck gewöhnlich Pottasche oder Soda dienen. Das Schmelzprodukt aus Kieselsäure und Kali oder Natron ist jedoch ein im heißen Wasser auflöslicher, und den Einflüssen der Atmosphäre nicht widerstehender Körper. Um aus beiden ein dauerhaftes Glas zu erhalten, müßte man sehr wenig von dem Alkali nehmen, was aber, um das Glas gehörig dünnflüssig zu machen, eine viel höhere Schmelztemperatur erfordern würde, als man in dem Glasschmelzofen hervorbringen kann. Der Zusatz von Kalk befördert aber, besonders beim Kaliglas, den Fluß, und bewirkt überdieß eine Zersetzung der schwefelsauren oder salzsauren Alkalien, welche von der Pottasche noch nicht ausgeschieden sind, und daher in den Glassatz kommen. Das Bleioxyd kann die Stelle des Kalkes vertretten. Die unentbehrlichsten Glasmaterialien sind daher Quarz, Pottasche oder Soda, und Kalk oder Bleioxyd. Statt der Soda kann man mit einem Zusatz von Kohle auch Glaubersalz (schwefelsaures Natron) nehmen. Die Schwefelsäure des letztern wird nämlich in der Hitze durch die Kohle zersetzt, indem sich kohlensaures oder Kohlenoxydgas erzeugt, und das Natron mit der Kieselerde sich verbindet, während der Schwefel zum Theil als solcher, oder als schweflige Säure sich verflüchtigt. Das dadurch erhaltene Glas hat aber immer einen blaugrünen Farbenstich, der sich auch durch die gewöhnlichen Entfärbungsmitteln nicht beseitigen läßt. Auch greift das Glaubersalz, welches sich in der Schmelzhitze des Ofens verflüchtigt, das Gewölbe des letztern an, wenn man bei solchem Glase so verfährt, wie bei dem Pottaschenglase, indem man das ganze Gemenge der Materialien einträgt. Man verhütet diesen Nachtheil etwas, wenn man dem Kalke und der Kohle portionenweise

die ganze Menge des Glaubersalzes zusetzt, vom Quarzsand nur etwa den vierten Theil, und später nach dem Schmelzen dieses Gemenges den übrigen Theil bei allmählig verstärktem Feuer. Wird der Quarz gleich im Anfange zugesetzt, so sammelt sich das Glaubersalz als der leichtflüssigere Körper auf der Oberfläche, und greift sowohl den Tiegel, als auch nach Verflüchtigung das Gewölbe des Ofens selbst an. Dem Pottaschenglas wird auch in geringen Mengen Kochsalz zugesetzt. Es gibt selbes seinen Natrongehalt an die Kieselsäure ab, indem es in der Glühhitze ebenfalls zersetzt wird.

2.

Außer diesen Körpern werden jedoch zu besonderen Zwecken noch mehrere andere Materialien zur Darstellung von Gläsern verwendet, hauptsächlich solche, die schmelzbefördernd und entfärbend auf die Glasmasse wirken. Zu den erstern gehören Feldspath und Schwerspath, zu den letztern Salpeter, Arsenik und Braunstein. Der Salpeter trägt nur zur Verbrennung der kohligen Theile bei Verwendung von Pottasche bei, die noch kohlenhaltig ist. Er zersetzt sich schon vor dem Schmelzen des Glases, und kann daher nicht weiter über die Schmelzhitze wirken. Arsenik verbindet sich beim Anfange des Schmelzens mit dem Kali oder Natron zu arseniksaurem Kali oder Natron, dessen Säure im Fortgang des Schmelzens, während das Alkali sich mit der Kieselerde verbindet, wieder Sauerstoff an die in das Schmelzen schon eingegangene Kohle abgibt, und als arsenige Säure entweicht. So wirkt der Arsenik gleichfalls entkohlend, und zwar noch über die Schmelzhitze hinaus. Man kann daher auch Glas, welches durch nicht gehörig calcinirte, oder kohlehaltige Pottasche gelblich ist, mit Zusatz von arseniksaurem Kali oder Natron entfärben. In ähnlicher Weise wirkt Braunstein auf das bereits geschmolzene Glas. Um dem sonst weißen oder grünlichen Glase eine bläuliche oder gelbliche Färbung zu geben, bedient man sich auch der

Smalte, und endlich dienen allgemein als Zusatz Glasscherben.

3.

Die Beschaffenheit des Glases ist sehr verschieden nach der Reinheit dieser Materialien, und ihren Mengungsverhältnissen. Der Quarz muß für weißes, dem Bergkrystall ähnliches Glas ganz rein, besonders von Eisenoxyd frei, daher nicht blos vor dem Glühen farblos oder weiß seyn, sondern diese Farbe auch nach dem Glühen behalten. Die Pottasche enthält ausser dem kohlensauren Kali noch eine bedeutende Menge von schwefelsaurem und salzsauren Kali, und eben so die Soda neben dem kohlensauren Natron noch Kochsalz, Erden und andere Verunreinigungen. Vorzüglich kommen selbe in der sogenannten Barille oder spanischen Soda vor, welche durch Verbrennen von Natrongewächsen erhalten wird. Zu allen reinen Glassorten muß daher die Pottasche, so wie die Soda gereinigt werden, welches durch Auflösen in heißem Wasser, Filtrirn der Flüssigkeit, Auskrystallisation der fremden Salze, und Abdampfen bis zum Trocknen geschieht. Für mittlere Gläser wird jedoch nur gute Pottasche ohne Reinigung genommen, da diese zum Theil schon durch die Wirkung des Kalkes geschieht, und für ganz gemeine (grüne) Gläser nimmt man auch wohl nur unausgelaugte Holzasche. Der Kalk, welcher zum Glasmachen dient, darf kein Eisenoxyd enthalten, auch nicht merklich thonhaltig seyn. Das Bleioxyd (Bleiglätte oder Mennig) muß von fremden Metalloxyden frei seyn.

4.

Die Mengungsverhältnisse der Glasmaterialien lassen sich nur durch die Erfahrung bestimmen, da die Gewichtsmengen der Basen, welche die Kieselerde in der Schmelzhitze der Glasöfen zu ihrer Sättigung erfordert, nicht genau bekannt sind, und überdieß die Sättigungskapazität derselben durch den Grad der Schmelz-

hitze selbst bedingt ist, auch das Glas durch die Verbindung der verschiedenen Silicate untereinander ungleiche Eigenschaften annimmt. Das Verhältniß der Basen (Kali und Natron) zur Kieselerde muß immer um so größer seyn, je niedriger die Temperatur ist, und umgekehrt kleiner bei höherer Temperatur. Gleiche Glassätze oder dieselben Mengen der Glasmaterialien geben, in ungleichen Temperaturen geschmolzen, ungleiches Glas. Es geht dasjenige Glas, welches in hoher Temperatur geschmolzen, und längere Zeit in einem gewissen Grade einer niedrigern Temperatur erhalten worden ist, andere Verbindungen ein. Dieß geschieht daher in dem Falle, wenn es sehr langsam abkühlt, oder wenn man es nach dem ersten schnellen Erkalten neuerdings so stark erhitzt, daß es auf längere Zeit weich wird. Ist es z. B. mit einem bedeutenden Antheil an Kalk in hoher Temperatur geschmolzen, und wird längere Zeit in einem Zustande erhalten, worin es eben dickflüssig zu werden beginnt, so tritt ein Theil des Kalkes, der in dieser Temperatur nicht mehr aufgelöst werden kann, in Verbindung mit einem Theil der Kieselsäure und etwas Kali, und scheidet sich durch die übrige Glasmasse als ein in dieser Temperatur nicht mehr schmelzbares Glas krystallinisch aus, wodurch das Glas getrübt, ja ganz undurchsichtig gemacht wird, und eine weiße oder milchige Farbe erhält. Es ereignet sich dieß besonders leicht, wenn das Glas viel erdige Basen, außer Kalk, auch Thonerde u. dgl. enthält. Man nennt diese Veränderung Entglasung. Es kann dieselbe auch in hoher Temperatur durch die Verflüchtigung des Alkali, und einen dadurch entstehenden Ueberschuß von Kieselerde entstehen, wodurch sich die ganze Glasmasse in ein saures Silicat verwandelt, das bei niedrigerer Temperatur der vollständigen Verglasung nicht mehr fähig ist, und emailartig wird.

5.

Daher kömmt Alles darauf an, die Verhältnisse der Glasmaterialien nach der Temperatur des Ofens zu reguliren, und diese Temperatur beim Glas-

schmelzen gehörig zu erhalten. Es ist aber auch höchst wichtig, das Glas nach dem Schmelzen nicht schnell abzukühlen, indem es dadurch besonders in dickern Stücken eine solche Sprödigkeit annimmt, wodurch es zu den technischen Zwecken nicht mehr tauglich ist. Die Ursache hievon liegt in der ungleichen Abkühlung, welcher zur Folge die innern Theile des Glases noch weich sind, während die äußern durch die Luft oder das Wasser schon erstarren, und sich nicht mehr so ordnen können, wie sie ungehindert sich würden geordnet haben. Sie müssen in demselben Raume beim Erkalten bleiben, den sie als flüssige Masse einnahmen und kommen daher in eine gezwungene Lage, die sie zu verlassen streben, so wie nur einige Kraft auf den Zusammenhang des Glases wirkt.

6.

Die Glasmaterialien, in gehörigen Verhältnissen genommen, bilden den Glassatz.*) Sie müssen fein gepulvert und zerrieben, dann auch sorgfältig gemengt werden, ehe sie in die Schmelztiegel kommen. Diese Mengung geschieht gewöhnlich in Mengtrögen; besser aber ist es, selbe in Fässer zu bringen, welche um ihre Achse bewegt werden, in denen auch kein Verlurst durch Ver-

---

*) Für entsprechende Glassätze hält man folgende:

Zu feinem weißen Tafelglas: 100 ℔ reinen weißen Quarzsand, 30—35 ℔ trockne, gereinigte Pottasche, 35 ℔ Kreide, 180 ℔ Glasscherben, und noch 8 Loth Braunstein, nebst eben so viel Arsenik.

100 ℔ Quarzsand, 80 ℔ gute Soda, 8 ℔ Kalk, 120 ℔ Glasscherben, 6 Loth Braunstein, 3 Loth Smalte.

100 ℔ Quarzsand, 50 ℔ calcinirte Pottasche, 14 ℔ zerfallenen Kalk, 4 ℔ Kochsalz, 12 Loth Arsenik, 10—100 ℔ reine Glasabfälle.

100 ℔ Quarzsand, 50—60 ℔ reine Pottasche, 8 ℔ Kalk, 10—100 ℔ Glasabfälle.

staubung statt finden kann. Der Nachtheil der unvollkommenen Mengung ergibt sich aus der ungleichen Schmelzfähigkeit der Materialien, wovon der Quarzsand, welcher erst mit Hülfe der übrigen beigemengten Körper schmilzt, sich leicht zu Boden senkt, wodurch der allgemeine Schmelzprozeß verlängert, überdieß das leichtflüssige Gemenge, welches dann den obern Theil ausmacht, auflösend auf den Thon der Schmelzhäfen wirkt, und sich ein ungleiches, unten dichteres Glas erzeugt, besonders bei Bleiglas. Das Glas wird dadurch, wenn es sich nicht mehr durch die Bewegung beim Aufsteigen der Gase während dem Fortgange des Schmelzens gehörig mengt, streifig gemacht. Man hielt sonst auch für nöthig, die gemengten Materialien bis zur anfangenden Schmelzhitze vorher noch zu glühen, wodurch Wasser und Kohlensäure vertrieben, und noch vorhandene brennliche Substanzen verbrannt werden sollten. Man nannte diese Behandlung Fritten. Sie ist aber überflüssig, wenn man reine Pottasche und Soda, beide vorher schon für sich, oder letztere blos mit dem Quarzsand geglüht oder calcinirt, verwendet. Die Entweichung der Kohlensäure erfolgt von selbst im Schmelzhafen, und befördert sogar das Durchmengen der Materialien, so wie das Wasser des Kalkes die Zersetzung der vorhandenen salzsauren Salze. Man trägt daher die vorbereiteten Materialien sogleich in die Schmelzgefäße ein. Letztere müssen bereits weißglühend seyn, und der Ofen selbst muß sich in der Schmelzhitze befinden. Das Eintragen geschieht aber in Portionen und zeitweise. Man trägt mit einer Schaufel oder Kelle zuerst eine Portion ein, und läßt diese niederschmelzen. Erst nach vollkommener Verglasung derselben, und wenn die Masse nach Entweichung der Kohlensäure und des Dampfes ruhig fließt, wird die zweite Portion eingetragen, und so fort, wenn auch diese wieder eingeschmolzen ist, die dritte, bis der Schmelzhafen voll ist. Gewöhnlich nimmt man nicht mehr als drei Portionen, theils um die Schmelzzeit abzukürzen, theils auch, weil man damit ein reiner und gleichförmiger geschmolzenes Glas erhält, als wenn man die Portionen noch mehr theilt. Von dem vollkommenen Fluß der eingetragenen Massen überzeugt man sich durch herausgenommene Proben. Wird in neuen Schmelzhäfen geschmolzen, so

müssen diese zuerst eingeglast werden, d. i. man schmilzt in selben anfänglich blos Glasscherben oder Glasschmelz, hierauf einen Glassatz mit einem Ueberschuß von Glasabfällen, wodurch sich die Häfen inwendig überglasen, und den Flußmitteln der nachfolgenden Glassätze widerstehen können. Ohne diesen glasigen Ueberzug würde das Flußmittel des Glassatzes, welches zuerst schmilzt, in die poröse Thonmasse des Hafens eindringen, diesen selbst stark angreifen, und eine leichtflüssige Glasur bilden.

7.

Während dem Schmelzen, dem zur Folge daher Silicate entstehen und sich verbinden, scheiden sich solche Bestandtheile aus, die ihrer Natur nach in diese Verbindung oder in die Verglasung nicht eingehen können, und bilden für sich eine dünnflüssige Masse, welche man Glasgalle nennt, die auf der Oberfläche der Glasmasse schwimmt, und von Zeit zu Zeit mit eisernen Kellen und Löffeln abgenommen werden muß. Sie besteht gewöhnlich aus einem Theil der salzsauren Salze, womit die Pottasche verunreinigt war, anfangs aus schwefelsaurem Kali, welches jedoch nach und nach zersetzt, und von der Glasmasse aufgenommen wird. Die Gegenwart dieser Glasgalle ist aber ein Beweis von unrichtigem Glassatze. Es könnten sich nämlich jene Salze nicht ausscheiden, sondern würden immer zersetzt, wenn das Verhältniß zwischen Kalk und Quarz im Glassatze das gehörige wäre.

8.

Von dem Fortgange des Schmelzens überzeugt man sich durch Proben Ziehen, indem man nämlich von Zeit zu Zeit mit dem Ende einer Eisenstange etwas Glasmasse auffaßt und aus dem Hafen zieht, das Herausgenommene auf einen Körper tropfen läßt und ansieht, ob es klar und geflossen ist, und keine Quarzkörner mehr enthält. Ist der vollkommene Fluß eingetretten, so

wird die Hitze des Ofens vermehrt, oder es wird heiß geschürt, um das Glas in einen möglichst dünnflüssigen Zustand zu bringen, in welchem die Gasarten und Dämpfe leichter durchdringen, und entweichen können. Man nennt dieß die Läuterung, während welcher auch einige in die Verglasung nicht eingegangene Reste von Glasgalle sich verflüchtigen. Man zieht hierauf wieder Probe. Erscheint dabei das Glas vollkommen klar und blasenfrei, so wird kalt geschürt, oder der Ofen abgelassen, damit das Glas in denjenigen Zustand der Dickflüssigkeit zurücktrette, in welchem es sich zur Verarbeitung eignet. Die höchste Hitze ist nothwendig bei Pottaschenglas. Für letzteres beträgt sie während des Heißschürens höchstens 130° Wedgewood, oder 8000° R., Kaltschüren 70° Wedg. oder 4500° R.

9.

Die Schmelzgefäße oder Schmelzhäfen, welche zum Glasschmelzen dienen, werden aus möglichst feuerfestem Thone gemacht. Man mischt solchem Thone ein Cement bei, welches zum Theil aus den gepulverten Scherben alter, schon gebrauchter Häfen besteht, wovon man das Glas und die Glasur abgeschlagen hat, zum Theil aus weniger stark gebranntem Thone. Die rohe Thonmasse selbst wird vorher an der Luft getrocknet, und dann so wie der leicht gebrannte Thon gepulvert. Diese 3 Massen werden nun einzeln durch ein Haarsieb getrieben, dann im gehörigen Verhältniß gemengt, mit heißem Wasser übergossen, geknetet, und erst nach einigem Liegen an einem feuchten Orte verarbeitet. Man gibt den Häfen gewöhnlich eine kreisrunde Form, weil diese besonders für strengflüssiges Glas die beste ist, indem sich darin die Masse bei gleichem Inhalte gleichmäßiger erhitzt, als bei ovalen oder viereckigen Häfen. Die Dicke runder Häfen beträgt bei einer Höhe von 24 Zoll und demselben Durchmesser oben 1½, unten 2 Zoll. Man bildet selbe nach Formen, und pflegt sie behutsam im Schatten, und keinem Luftzuge preisgegeben zu trock-

nen, dann in dem Anwärmofen (Temperofen) allmählig anzuwärmen, und zu glühen, und so in den (hinlänglich abgelassenen) Ofen zu setzen.

10.

Die Glasschmelz-Oefen werden in verschiedener Form und Größe ebenfalls aus möglichst feuerfestem Material gebaut. Sie sind entweder viereckig oder rund, und elliptisch, oben überwölbt. Innerhalb der Umfassungsmauer befinden sich aufgemauerte Bänke zum Aufstellen der Schmelzhäfen. Durch die Sohle oder den Heerd des Ofens, welcher sich zwischen den Bänken befindet, und die letztern selbst wird der Feuerkanal gebildet, wohin das Brennmaterial kömmt, und aus welchem die Flamme in den Schmelzraum steigt. Es befinden sich in der Ofenmauer zwei entgegengesetzte Zugänge oder Schüröffnungen; bei kleinen Oefen ist auch nur eine Schüröffnung vorhanden. Das Gewölbe überspannt bei den viereckigen Oefen die beiden Ofenwände, worin sich die Schüröffnungen befinden, die zwei andern Seiten schließen sich durch senkrechte Wände, längs welchen die Bänke liegen, daher der Feuerkanal parallel mit ihren Seiten geht. Bei den runden Oefen wird der Schmelzraum durch ein halbkugelförmiges Gewölbe (der Kuppe) umschlossen, an dessen Fuß sich die Bank kreisförmig erhebt, daher der Heerd auch kreisförmig ist. Zum Eintragen des Glassatzes, und zum Herausnehmen der Mengen geschmolzenen Glases aus den Glashäfen, die ein Arbeiter zur Verarbeitung nöthig hat, befinden sich in der Ofenmauer so viele Oeffnungen (Arbeitslöcher), als man Häfen in den Schmelzraum stellen kann. Auch sind noch unter denselben andere kleinere (Aufbrech- oder Glutlöcher) in der Höhe der Bank angebracht, die während den Glasarbeiten geschlossen bleiben, welche man aber aufbricht, um durch sie die auf den Bänken angeschmolzenen Glashäfen loszumachen oder zu heben, wenn selbe ausgewechselt werden müssen. Bei Oefen, wo man Gießarbeiten

verrichtet, und die vollen Glashäfen aus denselben herausheben muß, sind sie so groß, daß letztere durch sie auf die Bank eingestellt, und von ihr herausgenommen werden können. Sie heißen dann Tiegel= oder Gießhafenlöcher. Die Fundamente eines solchen Ofens müssen mit Abzüchten oder Kanälen zur Ableitung von Feuchtigkeit versehen seyn, so wie auch mit dem Heerde, selbst bei Holzfeuerung, ein Rost verbunden ist, weil die Anhäufung der Kohlen die Feuerung ungleichförmiger macht. Es stehen die viereckigen Oefen an ihren Ecken mit Nebenöfen in Verbindung zum Behufe des Trocknens und des Calcinirens der Materialien, dann zum Anwärmen der Tiegel und zum Abkühlen der fertigen Glaswaaren. Diese Oefen empfangen ihre Hitze aus dem Schmelzofen durch Abzugskanäle. Mit den runden Oefen ist gewöhnlich auch ein Kühlraum verbunden, der seine Wärme durch eine im Gewölbe desselben befindliche Oeffnung erhält. Die viereckigen Oefen erfordern verhältnißmäßig weniger Brennstoff, weil sie bei gleichen Dimensionen der Häfen eine kleinere Grundfläche des Schmelzraumes umschließen. Die Heitzung ist bei solchen Oefen auch den Schmelztiegeln näher, daher wirksamer, und das Glas weniger der Verunreinigung durch herabfallende Tropfen vom Gewölbe ausgesetzt, wie bei runden Oefen. Ueberdieß können solche Oefen leichter mit den nöthigen Anwärmräumen an ihren Ecken verbunden werden; daher taugen sie besser für den größern Betrieb, für größere Glashäfen, und besonders für Spiegelglas=Häfen. Dagegen sind für die gewöhnlichen Arbeiten, für Hohl= und Tafelglas, die runden (elliptischen) Oefen bequemer.

Man nimmt zur Bildung besonders derjenigen Theile, welche dem Feuer am meisten ausgesetzt sind, feuerfesten Thon, welchen man vorher durch Schlämmen von fremdartigen Beimengungen reinigt, dann getrocknet und gepulvert mit einem Cemente Quarzsand, oder gepulverten Ziegelbruchstücken von alten Ofenziegeln u. dgl. versetzt, womit man ihn zu einem gleichförmigen Teig zusammenknetet. Aus diesem Teige formt man hierauf die nöthigen Ziegel. Die untern Theile des Ofens können auch sehr dauer=

haft aus feuerfesten Sandstein gebaut werden. Man pflegt den Ofen auch so zu bauen, daß man die Steine entweder noch weich, oder schon lufttrocken miteinander verbindet. Im ersten Falle nimmt man die Steine nur etwas abgetrocknet, so weit als sich eine 25—35 F. hoch fallende Bleikugel nur zur Hälfte in sie einsenkt, und fügt sie so zusammen, daß man ihre Flächen mit weichem Thonbrei überstreicht, und die einzelnen Stücke durch schwere Holzschlägel schlägt, und zusammenpreßt, wodurch zuletzt der ganze Ofen ohne Steinfugen, wie aus einem Stücke, dargestellt erscheint. So erbaut, wird er nun mit einen Packtuch überdeckt, und einer sehr langsamen Austrocknung überlassen, während welcher man das Schlagen mit den Schlägeln öfter wiederholt. Zuletzt nimmt man die überflüssigen Theile des Thones weg, und wärmt den Ofen (nach 4—5 Monaten) sehr mäßig an. So fährt man einen Monat fort, worauf man das noch nöthige Mauerwerk von aussen hinzufügt. So erbaute Oefen bekommen am wenigsten Risse, schmelzen oder tropfen im Innern am wenigsten ab, daher sie besonders für feines Glas taugen, und lassen sich leicht im Innern formen. Besonders kann das Gewölbe, welches in den Glasöfen am frühesten, und gewöhnlich sehr bald leidet, beliebig nach jeder Form dicht und fest hergestellt werden. Allein solche Oefen können innerhalb 5—6 Monaten nicht in Gang gesetzt werden, und taugen auch für größere Anstalten nicht, weil jeder ein abgesondertes Lokal erfordert. Man baut daher die Glasöfen, da die mit lufttrocknen Steinen am leichtesten reissen und schwinden, am gewöhnlichsten mit gebrannten Steinen aus der erwähnten Lehmmasse. Solche Oefen können in Zeit von 3 Wochen im Feuer sein. Man gibt den Steinen, um weniger Fugen zu haben, wenigstens eine Dicke von 4 Zoll, den Steinen der Bänke 6 Zoll. Ihre Vereinigung geschieht durch Thonbrei. Die Dimension der Schmelzöfen steht im Verhältniß mit der Größe der Schmelzgefäße. Den Durchmesser, wenn selbe kreisrund, oder die Länge, wenn selbe elliptisch oder viereckig sind, bestimmt die Breite der Bänke, und diese die Breite (Länge) des viereckigen, oder den Durchmesser des runden Ofens, der gewöhnlich 6—8 F. beträgt.

Im Ganzen können solche Oefen einen Umfang haben zur Aufnahme von 3 — 10 Schmelzgefäßen.

11.

Das Tafel= oder Scheibenglas für Fensterscheiben wird gebildet, indem ein Glasarbeiter mittels der Pfeife durch Blasen ein Hohlglas bildet, welches er durch verschiedene Bewegungen und mit Hülfe einiger Werkzeuge nach und nach zu einer Walze erweitert und streckt, welche dann an ihrem der Pfeife entgegengesetzten Ende geöffnet, hierauf von der Pfeife durch Sprengen abgelöst, und der Länge nach aufgesprengt und auseinandergelegt wird. Nachdem nämlich die flüssige Glasmasse gehörig geläutert ist, und durch das Ablassen des Ofens die gehörige Dickflüssigkeit hat, auch die Häfen abgeschäumt worden sind, wird von dem Arbeiter mit dem Blasrohr von Eisen, oder der sogenannten Pfeife, etwas Glas aus einen Schmelzhafen genommen, indem er den kolbenförmigen Kopf derselben eintaucht und umdreht, dann dieselbe auf das Pfeifenlager des nahe am Ofen befindlichen Wassertroges, oder die Gabel legt, und sie daselbst so lange um ihre Achse dreht, bis das daran hängende Glas nicht mehr fließt, wobei er auch ein wenig durch das Rohr bläst. Auf solche Art nimmt er zwei bis dreimal oder noch öfter Glasmasse auf, bis er genug zur Bildung der Walze zu haben glaubt. Damit sich die ganze Masse hiebei gleichförmig um den Pfeifenkopf vertheile, bedient er sich eines am untern Ende abgeglätteten Stückes Eisen, des Platteisens, welches er während dem Drehen an das Glas anhält. Zuletzt wird die Pfeife wieder auf die Gabel gelegt, und von dem Arbeiter mit Hülfe des nämlichen Eisens die zunächst am Kopfe befindliche Glasmasse unter Drehung der Pfeife theilweise nach vorne geschoben, wodurch nahe am Kopfe eine ringförmige Verengerung oder Schränkung erfolgt, welches der Theil ist, an dem nachher die Glas=

walze von der Pfeife abgesprengt wird. Das Glas ist jetzt noch bis auf eine kleine Höhlung unmittelbar an der Oeffnung der Pfeife massiv. Diese Höhlung muß nun so erweitert werden, daß zuerst der an der Pfeife sitzende Theil zu einer Art Hals wird, wie ein Flaschen= oder Bouteillenhals, dessen unterer Theil aber so weit, wie die zu bildende Walze, welche, während der an der Pfeife klebende Theil kühl bleibt, ihre allmählige Ausbildung erhalten muß. Diese geschieht durch theilweises Erwärmen der untern Glasmasse, und theilweises Ausblasen derselben. Dabei verfährt der Arbeiter auf folgende Art. Zuerst wird nach dem Schränken das Glas in die halbkugelförmigen mit Wasser gefüllten Höhlungen eines Stückes Buchenholzes, das Wallholz genannt, gebracht, und darin herumgedreht, wodurch es rund und zugleich abgekühlt wird, wobei der Arbeiter stark in das Rohr bläst (das Glas durchbricht). Dadurch entsteht im obern Theil des Glases eine Höhlung, welche so weit geblasen wird, als der Cylinder weit werden soll. Hierauf hebt der Arbeiter die Pfeife etwas vom Wallholze in die Höhe, wodurch die noch weiche Glasmasse sich verlängert, und der obere Theil der Glaskugel flaschenhalsförmig wird. Bei Bildung von größern Walzen zu dickerem Tafelglas wird der flaschenartige Hals schon während dem Aufnehmen der Glasportionen angefangen, weil bei Anhäufung größerer Glasmasse am Pfeifenkopfe die Schränkung nicht wohl erfolgen könnte. Für diesen Zweck bringt der Arbeiter zweimal nacheinander aufgenommenes, jedesmal mit dem Platteisen vertheiltes Glas in die kleinste Höhlung des Wallholzes, nimmt dann zum drittenmal auf, rundet das Glas auf der Gabel, und schränkt es, um die Halsbildung anzufangen, senkt es hierauf in das nächst größere Loch des Wallholzes, und sucht es durch Blasen bis zu einer Höhlung von 3 — 4 Zoll Länge zu bringen. Nun nimmt er abermal Glas auf, schränkt es wieder, legt es in die größte Oeffnung des Wallholzes, und fährt mit dem Blasen unter Drehung der Pfeife fort, bis der Hals die nöthige Stärke hat. Die Glasmasse, nun schon ziemlich dünn, erstarrt allmählig, und der Arbeiter bringt jetzt die Pfeife in die Arbeitsöffnung der Ofenmauer, legt selbe in einem an der Schirm=

wand befindlichen Hacken, und dreht sie beständig mit solcher Schnelligkeit um, daß das wieder erweichende Glas nicht Zeit gewinnt, nach einer Seite hin sich zu senken. Dabei bleibt der hintere der Pfeife nähere, und ausserhalb des Arbeitsloches befindliche Theil desselben unerwärmt, und daher steif genug, den übrigen Theil zu tragen. Wenn der vordere Theil flüssig genug ist, hebt der Arbeiter die Pfeife aus dem Hacken, bringt sie schnell in eine senkrechte Lage, in die sogenannte Schwenkgrube, und schwenkt solche unter fortgesetztem Blasen hin und her. Dadurch geschieht, daß sich das hohle Glas bedeutend erweitert, und zwar in dieser Richtung wegen der Schwere vorzüglich in die Länge. Der massive Theil vermindert sich, und erreicht endlich selbst die Dicke der Seitenwände. Bei Bildung von größern Walzen ist ein zwei- bis dreimaliges Anwärmen und Wiederholen dieser Operation nöthig. Das Glas hat nun die Gestalt eines hohlen, unten noch geschlossenen Cylinders. Dieser wird nun geöffnet, indem der Arbeiter stark in das Rohr bläst, dann das Mundstück der Pfeife zuerst mit der Zunge, hierauf mit dem Daumen verschließt, den untern halbkugelförmigen Theil des Cylinders in den Ofen bringt und erwärmt. Die enthaltene Luft reißt nun durch Ausdehnung den mittlern Theil der Halbkugel auf, worauf der Arbeiter die Pfeife, welche hiebei in dem Hacken liegt, schnell dreht, so daß diese Oeffnung vermöge der Schwungkraft allmählig bis zum Durchmesser des Cylinders sich von selbst erweitert. Bei Bildung von sehr großen Cylindern muß aber der Arbeiter vor dem Oeffnen das halbkuglige Ende durch Eintauchen in den Glashafen mit neuem Glase, das mit einem Eisen etwas ausgebreitet wird, verstärken. Nach dem Oeffnen nimmt er die Pfeife aus dem Ofen, hält sie senkrecht, und schwingt sie behutsam, damit sich das am Rande bisweilen noch zu dicke Glas in die Länge ziehe. Wenn aber die neue Glasportion nicht gleichförmig vertheilt worden ist, so schneidet er die Unebenheiten des Randes mit der Scheere weg, und erweitert durch Aufbiegen desselben die Oeffnung, worauf er die Pfeife wieder vor das Arbeitsloch bringt, und die Oeffnung bis zur Cylinderweite auslaufen läßt. Ist der Glascylinder völlig erstarrt, so wird die Pfeife auf

die Gabel gelegt, ein erwärmter hölzerner Stab von einem Gehilfen durch selben gesteckt, und durch einen Tropfen kalten Wassers, den jener mit dem Stiele des Platteisens auf die Schränkung fallen läßt, und mit Hilfe eines gelinden nach sich gerichteten Schlages die Walze von der Pfeife abgesprengt. Walzen von dickerem Glas kommen zum Abkühlen in eigene, irdene Kühlhäfen, welche in den Kühlofen mit ihrer Mündung gegen das Mundloch des Ofens gekehrt eingelegt werden. Daselbst bleibt ein solcher Kühlhafen so lange, bis bald eine neue Glaswalze fertig ist, worauf man ihn mit einer Gabel aus dem Ofen hebt, senkrecht auf den Boden stellt, an seine Stelle aber einen neuen einschiebt. Aus dem Kühlofen kommen die Cylinder auf ein Gestell (das Schloß), wo man die kleinen Cylinder gleich anfänglich zum Abkühlen aufstellt.

Die weitere Verarbeitung derselben besteht nun darin, den obern hals- oder kappenförmigen Theil, womit sie an der Pfeife saßen (die Haube oder Kappe) loszutrennen, dann sie selbst der Länge nach aufzusprengen, und endlich tafelförmig auszubreiten oder zu strecken. Das Absprengen der Haube geschieht durch ein viereckiges, an der vordern Hälfte nach einem Kreisabschnitt über die Kante gebogenes, $1^1/_2$ Zoll starkes Eisen, das Absprengeisen, welches stark glühend gemacht und auf eine Eisenplatte gelegt ein Gehilfe festhält, während der Arbeiter, der die Tafel macht, die Stelle der Walze, wo die Haube anfängt, in die kreisförmige Biegung des glühenden Eisens bringt, und die Walze umdreht, wodurch das Glas in dem Umkreise, in dem es die eine Kante des Eisens berührt, stark erhitzt wird, und dann durch einen darauf gebrachten Wassertropfen leicht abspringt. Das Aufsprengen des Cylinders geschieht mit Hilfe eines gleichfalls vierkantigen, jedoch dünnern, an der vordern Hälfte säbelförmig über die Kante gebogenen Eisens, des Aufsprengeisens, welches man glühend mit der scharfen Kante an der innern Seite des Cylinders in gerader Linie von einem Ende zum andern hin und her fährt, worauf das Ende dieser Linie ein wenig befeuchtet wird, und der Cylinder in dieser Richtung der

Länge nach auffpringt. In dem Streckofen gehörig erweicht, ist selber dann leicht zur Tafel auszubreiten. Die Sohle des Streckofens bildet eine vollkommene, sorgfältig abgearbeitete Ebne ohne alle Risse und Sprünge, die auch unveränderlich im Feuer seyn muß. Sie besteht aus dem Streckstein, und dem Lager. Der erstere wird in einem Stück aus der nämlichen Thonmasse verfertigt, die zum Ofenbau dient, mit Beisatz von möglichst viel Cement. Man bearbeitet die Masse in einer 7 Zoll hohen Bretterform, und brennt den Stein, nachdem er lufttrocken ist, worauf man ihn, abgemeißelt und geschliffen, in den Heerd auf Sand legt. Auf ihn kömmt als Lager ein eigens geblasener, 3—4 mal so dicker Glascylinder, als die gewöhnlichen Cylinder sind. Dieser wird ausgestreckt, indem der Arbeiter mit einer eisernen, am vordern Ende unter einem rechten Winkel gebogenen Stange, dem Streckeisen, die beiden Seitenränder des durch das Feuer des Heerdes weichen Cylinders niederbiegt, und mit einem an einer Eisenstange befindlichen Polirholze überfährt, damit er sich genau anlegt. Auf dieses Lager kommen der Reihe nach alle aufgesprengten Cylinder, indem einer nach dem andern gegen dasselbe in der Aufwärmröhre des Streckofens vorgeschoben, und so jeder allmählig erhitzt wird. Ehe der Arbeiter aber einen Cylinder auf das Lager bringt, nimmt er einige Hände voll gebrannten, an der Luft zerfallenen Kalkes, und wirft ihn in die Flamme, wodurch er im Ofen zerstreut wird, auf die Lagertafel als dünne Schicht niederfällt, und das Anhängen des darauf gestreckten Glases verhindert. Der jedesmal gestreckte Cylinder wird mit dem Streckeisen durch eine vom Streckheerde in den Kühlofen gehende Oeffnung hindurch geschoben, und kömmt dann auf eine Fortsetzung des Streckheerdes, wo er einige Zeit bis zum völligen Erstarren liegen bleibt, dann mit der Gabel ergriffen an der hintern Wand des Kühlofens in einer geringen Neigung aufgelehnt wird. Sind so 30—40 Tafeln hinter einander in jedem Ofenpfeiler aufgestellt, so schiebt der Arbeiter quer durch den Ofen einen eisernen Stab, lehnt hieran wieder eine Anzahl Tafeln, und fährt so fort, bis der Ofen voll ist, worauf die Zugänge des Streck-

und Kühlofens geschloßen werden, um den Ofen der Abkühlung zu überlassen. Die Temperatur des Streckofens ist nicht höher, als daß das Glas nur eben roth glüht. Die Temperatur des Kühlofens ist aber noch geringer, so daß das Glas in demselben nicht mehr weich und biegsam bleibt. Der erstere wird durch allmählige Feuerung in 4—5 Stunden zur mäßigen Rothglühhitze gebracht, und darin erhalten, den letztern bringt man beim Anfang des Streckens zur dunklen Rothglühhitze, läßt aber das Feuer in seinem Schürloch ausgehen, und stellt dieses, so wie den Aschenfall zu, um die allmählige Abkühlung der Glastafeln zu bewirken.

12.

Die Eigenschaften des auf diese Weise dargestellten Tafel- oder Scheibenglases sind sehr verschieden in Hinsicht auf spezif. Gewicht, Dauerhaftigkeit, Reinheit der Masse, Durchsichtigkeit, Farblosigkeit und Härte.

Das spezifische Gewicht des Tafelglases aus Kali oder Natron ist = 2,37—2,50. Die Dauerhaftigkeit des Glases muß sich erproben gegen die Einwirkungen des Wassers, der Alkalien und Säuren, gegen Luft und Licht. Es soll den Wirkungen selbst des siedenden Wassers wenigst längere Zeit widerstehen. Die meisten Gläser halten sich aber gegen die Feuchtigkeit nicht lange. Es erfolgt an ihnen in feuchten Gebäuden oder feuchten Orten durch die Wirkung des Wassers in Verbindung mit der durch das Sonnenlicht oder auf andere Weise bewirkten Erwärmung ein Abstehen, eine Zersetzung, ähnlich der Entglasung, wobei das Glas matt, rauh, undurchsichtig wird, und mit Farben spielt. Diese Veränderung beginnt zwar nur oberflächlich, dringt aber oft tief in das Innere des Glases. Es besitzt solches Glas daher eine hygroskopische Eigenschaft, und diese gründet sich auf das in demselben vorwaltende Alkali. Sie äussert sich besonders bei Kaligläsern, weil die Kalisalze überhaupt hygroskopischer, als die Natronsalze sind,

und das Glas, um in Wasser auflöslich zu werden, mehr Natron als Kali fordert, das Natronglas aber einen geringern Antheil des Alkali erhalten muß wegen der größern Sättigungsfähigkeit des Natrons. Luft und Licht wirken öfters auch oxydirend und desoxydirend auf das Glas, und verändern seinen Farbton. Bläuliche und grünliche Gläser können dadurch gebleicht werden. Gutes, dauerhaftes Glas darf nur von Flußsäure angegriffen werden. Bei Glassorten, die mit viel Flußmitteln übersetzt sind, oder solchen, die viel Thonerde enthalten, kann diese Einwirkung bedeutend seyn, und es steht dieselbe im Verhältniß mit den Veränderungen, welche Glas durch Luft und Wasser erleidet. Man kann daher Glas in Hinsicht auf diese seine Dauerhaftigkeit prüfen, indem man Stücke in konzentrirter Schwefelsäure kocht. Ein gutes Glas bleibt dabei klar und durchsichtig, das schlechte wird rauh und matt. Man fordert auch von fehlerfreiem Glase Reinheit, und versteht darunter einen vollkommenen Fluß der Masse, so daß es ohne Luftblasen oder Knoten, ohne Wellen, Streifen und Fäden ist, auch ohne eingemengte und eingeschmolzene erdige oder salzige Theile. Ueberdieß muß es völlig durchsichtig seyn, daher nicht wolkig oder neblig im Lichte, und nicht opalisirend, Fehler, die durch theilweise Entglasung, auch Beimengung fremdartiger, eingeschmolzener Theile, z. B. Knochenasche, Zinnoxyd oder durch färbende Substanzen veranlaßt werden können. Nicht minder gehört Farblosigkeit zu den vorzüglichsten Eigenschaften des Glases. Sie hängt hauptsächlich von einer sorgfältigen Reinigung der Glasmaterialien, und einem richtigen Verhältnisse derselben, so wie einem entsprechenden Gebrauche der Entfärbungsmittel ab (S. §. 1). Durch Uebersetzung mit Flußmitteln wird das Kaliglas grünlich, das Natronglas blaulich, Bleioxyd macht das Glas gelblich. Eisenoxyd färbt es sehr gewöhnlich grünlich oder grün, Kohle und Ruß erzeugen eine braungelbe Färbung. Durch einen stärkern Zusatz von Braunstein werden die feinen Fenstergläser, wie man sie jetzt in München häufig sieht, angenehm violetröthlich gefärbt. Die Härte ist eine von Glas erforderliche Eigenschaft, insoferne als es durch Reiben und Putzen seine glänzende glatte Ober-

fläche nicht verlieren darf, und sich schön schleifen und poliren läßt. Endlich ist noch von jedem guten Glas ein ziemlicher Grad der Biegsamkeit zu erwarten. Zu große Sprödigkeit ist oft ein Hauptfehler desselben.

13.

Im Handel kömmt das gewöhnliche Tafel= oder Scheibenglas in 2 Hauptsorten vor, nämlich als Bundglas und Schockglas. Unter ersterm versteht man dasjenige Glas, welches in Kisten verkauft wird, worin jedesmal 30 Bund enthalten sind, der Bund nach Verhältniß der Größe der Tafeln aus 2 — 6 und mehr Stück bestehend. Das Schockglas wird schockweise verkauft, ein Schock aus 2—30 Stück bestehend. Von beiden Gattungen gibt es wieder einfaches und doppeltes nach der Stärke, dann halbweißes (grünliches) und weißes. Das Schockglas kömmt in den größten Tafeln vor zu 3 Fuß 11 Zoll und 3 Fuß 4 Zoll bis zu $2^1/_2$ Linie Stärke, das Bundglas nur 3 F. 4 Z. und 2 F. 6 Z. Ueberhaupt ist das Schockglas in Hinsicht auf schönen Fluß und Reinheit viel vorzüglicher als das Bundglas, und nahet sich in seinen Eigenschaften schon dem geschliffenen Spiegel= (Guß=) Glas, welches für vorzügliche Gebäude jetzt in den größten Dimensionen bis zu 1 Zoll Stärke geliefert wird. Durch eine besondere Brechung des Lichtes zeichnet sich das hohle (gebogene) Fensterglas aus, ähnlich dem ehmals üblichen Mondglas, und fängt jetzt bei uns an in Gebrauch zu kommen.

Merkwürdig ist noch die neuere Verwendung des Glases zu Wasserleitungsröhren, und zu Glasziegeln. In Westphalen (Grengeldanz in der Fabrik der Gebrüder Müllersiesen) werden Glas=Ziegel verfertigt, welche die geschweift gewölbte Form mit einer Nase zum Aufliegen auf die Latten haben, 16 Z. lang, $9\,^3/_4$ Z. breit, und $^1/_8$ Z. dick sind (Leipziger Maaß). Das Glas ist weiß und durchsichtig. Man bringt diese Ziegel auf die Verschalung, und sie gewähren besonders den Vortheil, ein genügendes Licht in das Dachgeschoß zu bringen.

14.

Die **Glasmalerei**, so wie selbe schon unsre Vorfahren besonders in der Zeit, wo die gothische Baukunst blühte, ausübten, ist bekanntlich die Kunst mittels farbiger Glastafeln eine Malerei zu bilden, bei welcher Alles auf die Wirkung des durchfallenden Lichtes berechnet ist. Die Lichtstrahlen müssen hiebei, da man die Tafeln gegen das Licht stellt, wenigst durch die Hauptmasse des Glases fallen können, und eine Wirkung hervorbringen, daß das Auge, ohne geblendet zu werden, den Gegenstand in seinem vollen Umfange, und in deutlicher Ausführung wahrnehmen kann. Für diesen Zweck hat man zuerst durchsichtiges Glas wenigst in einigen Hauptfarben nöthig *), welches stückweise unter sich, und zum Theil auch mit ungefärbtem oder weißen Glase zusammengesetzt wird. Das durchsichtige farbige Glas ist entweder **einfarbig** durch die ganze Masse, oder es besteht aus **Schichten** weißen und gefärbten Glases, auch sogar **mehrfarbigen** Glas-Schichten.

Das in Masse durchfärbte Glas wird auf den Glashütten durch Färben des geschmolzenen weißen Glases dargestellt, welches man mittels anfänglichen Hohlblasens und Bildung eines Glascylinders, dann Oeffnung und Streckung dieses Cylinders zu Scheibenglas bildet. Als färbender Substanzen bedient man sich für diesen Zweck hauptsächlich nur verschiedener Metall-Oxyde. Z. B. zu **Blau** wird Kobalt-Oxyd benützt, um diese Farbe in allen Nüancen vom Hellsten bis zum Dunkelsten schön und durchsichtig darzustellen. Mit etwas Braunstein und Blau erzielt man **Violet**. Zum **Gelbfärben** kann man sich für Hüttenglas des Kohlenstoffs (Graphits) bedienen **). Zu **Grün** dient Kupferoxyd (Hammerschlag), zum Theil auch Grünspan. Blaulich grüne Gläser entstehen schon von selbst auf diesem Wege, und es ist kein Kobalt-Oxyd dazu nöthig. Zu **Roth** dient das Kupferoxydul, welches aber im kleinsten Maaße genommen werden muß, und leicht ins Grüne um=

*) Die Alten hatten oft nur wenige Hauptfarben, wohl nur zwei, womit sie Alles ausführten.

**) Antimonoxyd und Silberoxyd dienen nur für Email-Farben, aber nicht für Hüttenglas.

schlägt. Die Intensität dieser Farben richtet sich stets nach der Menge der färbenden Zusätze.

15.

Solche in Masse durchfärbte Gläser hat man besonders nöthig, um damit denjenigen farbigen Theil der Malerei zu bilden, welcher die größte Ausdehnung oder Fläche hat, und daher am Meisten ins Auge fällt, z. B. Blau und Roth zu Gewändern für Figuren, Gelb zu Ornamenten, u. dgl. Die dazu bestimmten Gläser werden daher in der Größe und Form, welche ihnen nach der Zeichnung im Muster zukömmt, ausgeschnitten, uud theils unter sich, theils mit ungefärbtem, oder anders behandeltem Glase mittels schmaler Bleistreifen zu einem Ganzen verbunden. Es ist noch zu bemerken, daß diese Hüttengläser in neuerer Zeit besonders durch solche farbige Gläser ergänzt worden sind, welche die **Fleischfarbe** ganz naturgetreu ausdrücken *).

Ehe man noch die ausgeschnittenen Gläser verbindet, werden die Schatten mit undurchsichtig bleibenden Schmelzfarben aufgemalt, anfänglich die halben, dann die ganzen Schatten, worauf man die höchsten Lichtpunkte, zum Theil mit der Radirnadel hervorbringt. Auf diesem Wege allein wird es jedoch nicht möglich seyn, die vielfältigen, zu einem größern Glasgemälde erforderlichen Farben-Abstufungen, die vielen kleinen auf das Auge angenehm wirkenden Ausfüllungen einer größern Composition, und besonders die so überraschend schönen architektonischen, farbigen Verzierungen, Blumengewinde, Landschafts-Theile u. s. w., wie man sie jetzt in unsern Glasgemälden angebracht sieht, zu bilden. Ein weites Feld zu einer freiern und schönern Ausführung der Glasgemälde hat sich aber dem Künstler durch die Erfindung und neuere Vervollkommnung derjenigen Gläser geöffnet, die man in der Glasmalerei **Ueberfanggläser** nennt, d. i. farbiger Gläser mit einer oberflächlich darauf angebrachten weißen Glasschichte, oder auch solcher Gläser, deren Gurnd

*) Lange Zeit konnte man Fleischroth nur mit Schmelzfarben hervorbringen, und in ältester Zeit war auch hieran ein Mangel.

farbig ist, und deren Ueberzug eine andre, als die Grundfarbe hat. Unsere Vorfahren haben nur das rothe Ueberfangglas gekannt, oder angewendet, ein durch Kupferoxydul gefärbtes Glas mit einem weißen Ueberzug. Solche Gläser werden auf den Glashütten gebildet, indem der Arbeiter, welcher das Glas bläst, eine farbige geschmolzene Masse aus dem Schmelzhafen nimmt, und diese, nachdem sie hinlängliche Größe und die gehörige Rundung hat, in weißes Glas taucht, hierauf die farbige Grundmasse nebst dem weißen Ueberzug ausbläst, wobei sich eine dünnere innere, und eine dickere äußere Schicht bildet, das Glas aber, wenn es rothes Ueberfangsglas ist, im Ganzen nicht viel dicker werden darf, als eine einfache Glastafel, wie sie für Fensterglas nöthig ist. Grünes und anderes Ueberfangsglas kann auch dicker werden. Durchsichtig im geschmolzenen Zustande ist nur das ungefärbte Glas, das gefärbte undurchsichtig, daher muß letzteres den anfänglichen Kern des Ueberfangglases bilden, damit der Glasarbeiter den Gang der Arbeit sehen kann. Ist das so behandelte Glas abgekühlt, so wird es im Ganzen durchsichtig. Solche Ueberfanggläser gewähren einen mehrfachen äußerst wichtigen Vortheil. Das rothe Ueberfangglas nämlich, dessen mit Kupferoxydul gefärbte Schicht nur dünn ist, läßt die rothe Farbe im Lichte vollkommen erscheinen, während jedes mit Kupferoxydul in größerer Dicke oder in Masse gefärbte Glas undurchsichtig wird, daher ohne ein solches Ueberfangglas das so häufig vorkommende hochrothe durchsichtige Glas nicht hervorzubringen wäre. Weil die Kenntniß des rothen Ueberfangglases, dessen sich schon die Alten bedienten, in späterer Zeit gleichsam verloren schien, so entstund hieraus auch bekanntlich die Meinung, daß die Kunst der Alten, auf Glas zu malen, ganz verloren gegangen wäre. Die Ueberfanggläser gewähren ferner den höchst wichtigen Vortheil, daß man die farbige Schicht an den Stellen, wo man mitten in der Grundfarbe andere Farben anbringen, oder auch einen weißen Grund haben will, nach den entsprechenden Conturen nur abzuschleifen braucht, was bei der jetzigen Vervollkommnung der Glasschleiferei um so leichter ist. Den weißen Grund kann man weiß lassen, mit Aufmalung von Schatten

oder andere durchsichtige Farben darauf anbringen. Man macht jetzt auch Ueberfanggläser, welche in der Mitte weiß, und zu beiden Seiten solche Farben haben, die durch Brechung im Lichte eine andere Farbe geben, z. B. Blau und Roth, welche Violet erzeugen, oder solche, die aus einer schönen gelben und hochrothen Schicht bestehen u. s. w. Wird die eine farbige Schicht davon abgeschliffen, so tritt die entgegengesetzte Farbe hervor, und es läßt sich hiedurch, ohne zu vielfältigen Zusammensetzungen in Masse gefärbter Hüttengläser Zuflucht zu nehmen, ein manigfaltiger Farbenwechsel erzeugen.

16.

Eine noch weitere wesentliche Vervollkommnung hat die Glasmalerei durch die Anwendung von Farben erlitten, welche auf farbloses Glas aufgetragen, im gelinden Feuer schmelzen, selbst eine dünne Glasschicht bilden, oder sich mit der Glasoberfläche verbinden, und nach der Erkaltung durchsichtig sind, so daß man das Glas, welches damit bemalt ist, in dieser Hinsicht nicht von dem gefärbten Hüttenglas unterscheiden kann. Da gewöhnlich an abgeschliffenen Stellen aufgemalt wird, so erkennt man das Aufgemalte hauptsächlich nur durch Berührung der vertieften Gränzen. Solche Malereien sind zwar nicht neu, gehören aber doch vorzüglich der Neuzeit an, und geben von geschickter Hand vollführt, an Ausführung und Zartheit der Porzellanmalerei nichts nach. Es sind dazu theils die nämlichen Metall-Farben nöthig, wie zu den Hüttengläsern, theils noch andere, die aber alle mit sogenannten Flüssen, oder glasigen Gemengen zusammen gerieben werden müssen, welche Gemenge bei einer Hitze, die das Tafelglas noch nicht schmilzt, in Fluß kommen, oder schmelzen, daher man diese Farben Schmelzfarben nennt. Die Flüsse müssen aber verschieden, und in verschiedenen quantitativen Verhältnissen gewählt werden nach der Natur der metallischen Farben, wovon jede eine andere Menge Fluß erfordert *). Es sollen alle diese Schmelz-Farben nicht nur jedesmal viel leichtflüssiger, als das zu bemalende Glas, sondern auch

*) Einige Farben vertragen Bleioxyd, andere nur alkalische Gläser, mit andern vereinigt man eine Mischung aus beiden u. s. w.

in gleichem Feuer, und gleichzeitig in Fluß kommen. Ueberdieß fordert man von ihnen noch eine Eigenschaft, nämlich daß sie sich nicht merklich durch die Schmelzhitze verändern, wozu aber die meisten sehr geneigt sind. Diese Umstände setzen eine große praktische Kenntniß, Vorsicht in der Wahl, Bereitung und Behandlung der Schmelz-Farben voraus, und es beruht hierauf einer der wichtigsten Theile des Technischen in der Glasmalerei. Man pflegt jene Farben mit Terpentinöl oder sogenanntem Spicköl aufzureiben, und mit dem Pinsel auf gewöhnliche Weise zu behandeln. Diejenigen Metall-Oxyde welche, um sich mit dem Flusse chemisch zu verbinden, mehr Hitze verlangen, als zum Einschmelzen auf das Scheibenglas angewandt werden darf, pflegt man mit letzterem vorläufig zu schmelzen, und das hiedurch erhaltene farbige Glas neuerdings zu pulvern und zu zerreiben, z. B. Kobaltoxyd oder Kupferoxyd. Eine auf solche Art vorläufig geschmolzene Farbe wird sich auch beim Einbrennen nicht mehr verändern, und daher Sicherheit in der Malerei gewähren. Durch das sogenannte Einbrennen oder Schmelzen der anfgetragenen Farben dieser Art entsteht gewöhnlich auf der Glastafel eine neue sehr dünne Glasschicht, wie Ueberfangglas, welche sich innig mit jener verbindet. Es gibt aber auch Farben, welche färbend auf die Oberfläche der Glastafel wirken, indem sie in selbe eindringen, und das Glas hiedurch dem gefärbten Hüttenglas ähnlich machen. Man nennt diese Veränderung das Aetzen des Glases. Eine solche Veränderung bewirken z. B. alle Schmelzfarben, deren wesentlicher Bestandtheil Silberoxyd ist. Auch Kupferoxydul färbt unter gewissen Umständen auf solche Weise oberflächlich. Das Aufmalen geschieht überhaupt gewöhnlich auf der innern Seite der Glastafeln, wo die Malerei weniger den zerstörenden Wirkungen der Luft ausgesetzt ist.

17.

Die Malerei mit solchen, nach dem Einbrennen durchsichtigen Schmelz-Farben hat in neuerer Zeit eine große Ausdehnung in Verbindung mit der alten Glasmalerei erhalten. Man malt damit nicht nur häufig auf die abgeschliffenen Stellen der Ueberfanggläser, son-

dern auch auf ursprünglich weißes Glas von allen Größen. Es werden ganze Scheiben mit solchen Malereien versehen, und es sind schon große Gemälde dieser Art ohne Verbindung mit farbigem Hüttenglase geliefert worden.

18.

Auch das Einbrennen oder Einschmelzen der Farben hat in neuerer Zeit eine wichtige Verbesserung erlitten. Nach der ältern Methode wurde dieselbe bekanntlich in einem Kasten (Muffel) von mäßigem Umfange, aus gebrannten Thon oder Graphit vorgenommen, in welchem man die bemalten Scheiben schichtenweise mit Kalkpulver bestreut einsetzte, und denselben dann auf einen Eisenrost in einem mit einer Kuppel versehenen Ofen brachte. Die Oeffnung, durch welche man den Kasten in den Ofen einschob, wurde mit Ziegeln verschlossen, das Feuer unter dem Roste allmählig verstärkt, bis der Kasten nach allen Seiten von der Flamme umspült dunkelroth glühte, worauf das Feuer weggenommen, und der Kasten der Abkühlung überlassen wurde. Nachdem solche erfolgt war, brach man denselben auf, und stellte die Tafeln noch in eine Art von Kühlofen zur gänzlichen Abkühlung. Zur Beurtheilung des Zeitpunktes, in welchem das Feuer aufhören sollte, stellte man an den Seitenwänden desselben Glasscheiben auf, welche Wächter genannt wurden, und gab auf den Zeitpunkt Acht, wo sich diese zu biegen anfiengen, was für ein Zeichen der gehörigen Erhitzung der Tafeln und des Flusses der Farben galt. Allein dieses Verfahren gibt immer unsichere Resultate; überdieß ist das Kalkpulver den Farben nachtheilig. Statt die Tafeln schichtenweise einzusetzen, werden sie jetzt alle nebeneinander auf eine große Muffel aus gebranntem Thon gelegt, welche so groß seyn kann, daß sie ganze Fenster faßt, und darüber setzt man blos einen eisernen Sturz, mit Oeffnungen an den Seiten, durch welche man die Farben beobachten kann, wie sie sich verändern und in Fluß kommen. Ist dieß der Fall, so läßt man das Feuer ausgehen, verklebt den Sturz überall mit Lehm, und läßt so das Glas völlig abkühlen. Diese Vorrichtungen kommen wegen der Größe des Kastens, u. s. w. theurer zu stehen, allein die Resultate sind bei gehöriger Aufmerksamkeit stets sicher.

Ihre Befestigung im Großen erhalten Fenster = Glasgemälde durch eine schon in ältern Zeiten übliche Mauer = Construktion in Verbindung mit Eisenstäben, indem sie zum Theil unmittelbar in das Mauerwerk eingekittet werden.

X. Von den Metallen.

1. Das Eisen.

1. Darstellung des Roh- und Stabeisens und Eigenschaften desselben.

1.

Das Eisen kömmt nicht nur am weitesten unter allen Metallen verbreitet in der Natur vor, sondern auch in sehr zahlreichen Verbindungen mit andern Körpern, und in vielen Erzen. Sehr häufig sind die Verbindungen dieses Metalls mit Schwefel, oder die sogenannten Eisenkiese, dann die Eisen = Oxyde, der Rotheisenstein, der Magneteisenstein und der Brauneisenstein, ferner die kohlensauren Verbindungen oder Spatheisensteine, und mehrere phosphorsaure Eisen = Erze. Von allen diesen Eisen = Erzen gibt das vortrefflichste Eisen der Magneteisenstein (Eisen = Oxydoxydul). Auch bekömmt man gutes Eisen von Roth= und Brauneisen = Erz, und den Spatheisensteinen, hingegen das schlechteste von den phosphorsauren Eisen = Erzen.

2.

Im Allgemeinen besitzt dieses Metall, welches sich besonders dadurch charakterisirt, daß es sehr stark auf den Magnet wirkt, und selbst magnetisch werden kann, eine grauliche Farbe, die aber vom Hellgrauen und Blaulichen bis in's Schwarze wechselt, je nach dem Zustande seiner innern chemischen, und seiner physischen Beschaffenheit. Es besitzt auch sehr verschiedene Härte und Festigkeit.

Im Allgemeinen aber ist es das härteste und festeste aller Metalle. Es ist auch in reinerm Zustande, als schmiedebares Eisen, außerordentlich dehnbar im Glühzustande, verliert aber seine Dehnbarkeit in kaltem Zustande bearbeitet. In diesem Falle wird es so spröde, daß es zum Bruche geneigt ist, kann aber durch Glühen wieder dehnbar gemacht werden. Das spezifische Gewicht des Schmiedeeisens ist im Durchschnitte = 6,7, steigt aber durch Verdichtung beim Hämmern, Walzen u. s. w. bis zu 7,85. Den Einwirkungen der nicht trockenen Luft ausgesetzt, verbindet es sich bald mit Sauerstoff und Wasser, oder es verwandelt sich in wasserhaltendes Eisenoxyd, welches man Rost nennt. Auf gleiche Art verändert es sich im Wasser selbst, und es erleidet dadurch, wenn es nicht auf besondere Art geschützt wird, da das Oxyd sehr locker, und das Metall der Luft stets zugänglich bleibt, in Kurzem eine gänzliche Zerstörung. Im Glühzustande geht diese Oxydation noch leichter vor sich, indem hier schon die Luft oder das Wasser allein eine Oxydation bewirken. Alles Eisen, welches geglüht wird, überzieht sich bald mit einer Oxydationskruste, welche unter dem Namen Glühspan, Zunder, auch Hammerschlag (unter dem Hammer abspringend) bekannt ist. In der Weißglühhitze ist diese Oxydation so lebhaft, daß ein feiner Eisendraht sich förmlich entzündet, oder verbrannt werden kann. Ehe die wirkliche Glühspanbildung erfolgt, nimmt die Oberfläche verschiedene, auch nach dem Erkalten bleibende Farben an, oder läuft an, wobei sich schon zarte, aber allmählig immer dicker werdende Oxydschichten bilden. Die Farben folgen dann in bestimmter Ordnung, anfangs strohgelb bei ohngefähr 182° R., in steigender Hitze höher gelb, oder goldgelb, dann karmesinroth und violet, dann pupurroth und dunkelblau bei 258°, endlich hellblau und grün. Nach dem Verschwinden der grünen Farbe wird das Eisen hellgrau bei 300°. Nach fortgesetzter Erhitzung erneuert sich der ganze Farbenwechsel vom Gelben bis zum Grünen, jedoch nur auf sehr kurze Zeit und nicht so lebhaft, worauf sich unmittelbar vor dem Glühen eine dunkelblaue Farbe zeigt, und das Eisen, wenn man es in diesem Zustande aus der Hitze nimmt, mit einer matten Haut überzogen wird. Diese Farben=Veränderung findet zwar auch bei

andern Metallen z. B. dem Kupfer, aber nicht so auffallend, wie beim Eisen (und Stahl) statt. Es erzeugen sich aber diese Anlauffarben auf einer größern Eisenfläche nicht gleichförmig, da härtere Stellen des Eisens früher anlaufen, und eine ganz gleichförmige Erhitzung aller Theile nicht wohl möglich ist, daher die Eisenfläche verschiedenfarbige Flecken bekömmt. Schmelzbar ist das reinere schmiedbare Eisen erst in der stärksten Weißglühhitze (bei 150 — 170° Wedgwood), die aber im gewöhnlichen Ofenfeuer nicht hervorgebracht wird. Allein es erreicht in der Weißglühhitze eine solche Weichheit, daß sich getrennte Stücke durch Druck (mit Hammerschlägen) vereinigen, gleichsam zusammenkneten lassen, welche Vereinigung man das Schweißen nennt.

3.

Aus den Erzen wird das Eisen dargestellt seltner in niedrigen, am häufigsten in hohen Schachtöfen (Hochöfen), indem man die hiezu tauglichsten oxydhaltigen Erze schichtenweise mit Kohlen aufgibt, und unter Einwirkung von Gebläseluft oder mit heißer Luft niederschmilzt. Die hiezu dienlichen Oefen haben eine Höhe von 20—40 Fuß, und bestehen aus einem doppelten, einem innern und äußern Gemäuer (Kernschacht oder Schachtfutter, und Rauhmauer oder Mantel) welche beiden Mauern durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sind, den man mit Ziegelbruchstücken u. dgl. locker füllt. Das innere Gemäuer umschließt den Schachtraum, wohin durch einen freien Zugang nach oben (die Gicht) Kohle und Erz gebracht werden. Dieser Raum erweitert sich allmählig von oben nach unten (seine größte Weite heißt der Kohlensack), und verengert sich dann allmählig wieder, in eine gegen den Horizont mehr oder minder geneigte Fläche übergehend (die Rast genannt). Von dieser an aber zieht sich derselbe noch mehr zusammen, und bildet abwärts bis zum Heerde das sogenannte Gestell, welches aus eigenen feuerfesten Steinen oder aus feuerfester Thonmasse eingebaut wird, und der eigentliche Schmelzraum ist, wo die Erze, die aus dem obern Schacht allmählig niedersinken, und in der Rast längere

oder kürzere Zeit verweilen, in Fluß kommen, indem aus einem oder mehrern außerhalb des Schachtgemäuers angebrachten, gewöhnlich durch Wasserkraft thätigen Gebläsen ein Luftstrom dahin getrieben wird, der die Hitze erhöht, und die Ausscheidung der metallischen und erdigen Theile der Erze bewirkt. Zum Einströmen der Gebläseluft befindet sich in einem Steine des Gestells eine Oeffnung, in welche eine kupferne abgestutzt kegelförmige Röhre eingelegt wird, die Form genannt, und in selbe die Düse des Gebläses. Das letztere befindet sich unter einem offenen Gewölbe, welches in den Ofenmantel eingebaut ist, und Formgewölbe heißt. Am häufigsten wird jetzt jedoch in Deutschland mit viel geringern Kosten auf den Hochöfen das Eisen mit der heißen Luft erblasen, welche bei geschlossener Gicht aus dem Ofen selbst durch eine eiserne Röhre abgeleitet und in den Heerd desselben geführt wird. Ein anderes Gewölbe gewährt den Zugang zu dem sogenannten Stiche oder zu derjenigen Oeffnung im untern, den Heerd bildenden Theil des Gestelles, durch welche man das flüssige Metall abläßt. Dieses Gewölbe heißt Arbeitsgewölbe.

Die Arbeiten beim Hochofenbetriebe bestehen in Kurzem darin, daß man zuerst den Ofen anbläst, dann allmählig durch Kohlengichten anwärmt, und die Erze, — nach vorausgegangener Aufbreitung, d. i. mechanischer Ausscheidung des tauben Gesteins oder längeres Liegen an der Luft, und nachheriger Röstung, — klein gepocht und mit sogenannten Zuschlägen gemengt (als sogenannte Beschickung) in gewissen Quantitäten, welche sich durch die hiezu dienlichen Geräthschaften, Körbe, Gichtfässer u. dgl. bestimmen, schichtenweise mit entsprechenden Mengen Kohlen wechselnd, in den Schacht einträgt. Die Zuschläge bestehen theils in Erzen von einer andern Beschaffenheit, als die niederzuschmelzenden, theils in solchen Gesteinen, welche entweder den Fluß der Erze befördern, wenn selbe strengflüssig sind, oder auch selbe strengflüssiger machen, wenn sie sehr leichtflüssig sind. Durch ihre chemische Beschaffenheit müssen diese Zuschläge zur Absonderung der erdigen Theile beitragen, und die Schlackenbildung in hinreichender Menge

bewirken. Wenn die Erze, nachdem sie im obern Schachte eine Zeit lang verweilt haben, bis zum Gestelle niedergehen, wird das Gebläse allmählig in Thätigkeit gesetzt, und nach einiger Zeit, wenn sich im untern Gestellsraume hinlänglich flüssiges Metall gesammelt, und so viel Schlacke gebildet hat, daß diese gegen die Form emporzusteigen beginnt, erfolgt der erste Abstich, oder ein Durchbruch der vorher mit schwerem Gestüpp wohl verschlossenen Abstichöffnung mittels Eisenstangen. Die Schlacken läßt man entweder vorher durch eine Oeffnung des sogenannten Wallsteins, eines der Gestellsteine, abfließen, oder man wirft sie von dem in Gruben feuchten Sandes sich ergießenden Eisenstrome ab. Hierauf wird der Abstich wieder geschlossen, das Gebläse eingestellt, und so unter immerwährender neuer Aufgabe von Beschickung und Kohle das Abstechen innerhalb 12, 16 bis 24 Stunden wiederholt, und mit der ganzen Arbeit fortgefahren, bis der Ofen einer Ausbesserung bedarf, worauf man anfänglich blos mehr Kohle aufgibt, und das Feuer allmählig ausgehen läßt, oder den Ofen ausbläst.

4.

Der chemische Prozeß, welcher bei dieser Behandlung der Eisen-Erze vorgeht, besteht im Ganzen darin, daß dieselben, nachdem sie längere Zeit im obern Schachtraume noch unter der Schmelzhitze erwärmt worden sind, und eine vollständige Röstung erlitten haben, wobei sie die flüchtigen Bestandtheile, Wasser, Schwefel, Kohlensäure u. s. w. verlieren, und lockerer oder mürbe werden, allmählig in den vollkommenen Oxydationszustand übergehen, dann aber durch die Gebläseluft oder die Wirkung des Reduktionsfeuers das Oxyd derselben sich reduzirt, indem sein Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff der Kohle verbindet, Kohlenoxydgas bildend, die erdigen Theile sich mit den Zuschlägen zu Schlacken vereinen, der metallische Theil aber frei wird, und in Tropfen niederfallend sich ansammelt, während die leichtere Schlacke oben schwimmt.

Das hiedurch entstandene Eisen nennt man Roheisen oder Gußeisen. Dieses ist aber von so höchst verschiedener Beschaffenheit nach der Natur der Erze, ihrer Behandlung, u. s. w., daß man fast nie das gleiche Produkt erhält. Es ist ein Eisen, welches sich nicht wohl mit dem Hammer, durch Walzwerke u. dgl. bearbeiten läßt, sondern nur zum Gusse taugt, und im Verhältniß zu dem eigentlichen schmiedebaren Eisen durch seine fremdartigen Bestandtheile noch roh. Es enthält im Ganzen noch weit mehr Kohlenstoff, als letzteres. Man berechnet selben auf wenigst 3 bis 5,3 Prozent. Außerdem enthält es noch viel Kiesel, auch Aluminium, zum Theil Stickstoff, dann Schwefel, Phosphor, und noch manche andere fremdartige erdige und metallische Beimengungen. Es ist viel härter, als alles Schmiedeeisen, und nur wenig dehnbar. Doch läßt es sich leicht (bei einer Schmelzhitze von 100—220^{0} Wedgw.) schmelzen. Sein spezif. Gewicht beträgt im Durchschnitt 7,0 — 7, 5. In seiner Farbe und Struktur zeigt es aber auffallende Verschiedenheiten, welche von seiner innern chemischen Beschaffenheit abhängen. Es erscheint nämlich bald als graues Roheisen, bald als weißes Roheisen, und im ersten Falle mit einem vorherrschend körnigen Bruche, im zweiten Falle mit einem krystallinisch blättrig strahligen Bruch. Das graue Roheisen entsteht, nach Schafhäutl, wenn sich das reine Eisen mit Kiesel, Aluminium und Kohle verbindet, und ist Kieseleisen mit Kohlenstoffkiesel und wenigem Aluminkiesel; das weiße Eisen hingegen entsteht, wenn sich Kohlenstoffkiesel mit Kohlenstoffeisen und einer geringen Quantität Kohlenstickstoff verbinden. Die Farbe des grauen Eisens geht einerseits ins Helle, andrerseits ins Dunkle bis zum Schwarzen. Das dunkelste ist das weichste, noch etwas dehnbar; es heißt wegen seiner verhältnißmäßigen Weichheit auch Weichflossen. Die Farbe des weißen geht einerseits bis zum Silberweißen, andrerseits ins Hellgraue. Das silberweiße hat Spiegelglanz, und heißt daher auch Spiegeleisen. Es ist dieses Eisen durchaus viel härter, als das graue; es widersteht den Angriffen der Feile und verhält sich in dieser Hinsicht wie gehärteter Stahl. Es heißt wegen seiner Härte hüttenmännisch auch Hartflossen. Dabei ist seine Sprödigkeit so

groß, daß es leicht durch Stoß oder Schlag zerbricht. In Hinsicht auf Schmelzbarkeit verhalten sich beide Eisengattungen eigenthümlich. Das graue Eisen kömmt zwar nicht so leicht in Fluß, wie das weiße, allein es wird dünnflüssiger, füllt die Guß-Formen besser aus, und schwindet nach dem Gusse weniger. Das weiße bekömmt in der Schmelzhitze eine mehr teigartige oder breiige Consistenz, und taugt daher nicht zum Eisenguß, wie das erstere, dagegen es, seiner Natur nach dem Stahle gleich, zu diesem verarbeitet wird. Durch plötzliche Abkühlung verwandelt sich graues Eisen nach dem Schmelzen in Bezug auf Farbe, Bruch und Härte in weißes Eisen. Durch Umschmelzen und langsam erfolgendes Abkühlen geht es wieder in den vorigen Zustand als graues Eisen über. Ursprünglich weißes Eisen verwandelt sich in graues, wenn es bei sehr hoher, den Schmelzpunkt übersteigender Temperatur geschmolzen, und dann langsam abgekühlt wird.

5.

Ausser diesen beiden Hauptgattungen des Roheisens gibt es viele Mittelgattungen oder Arten, die häufig Uebergänge aus dem einen in die andere sind. Dunkles, grauschwarzes Roheisen von einem aus dem Körnigen ins Feinschuppige übergehenden Bruche nennt man übergares Eisen. Roheisen von bläulicher, oder blaulichgrauer Farbe, und einem feinstrahligen Bruche nennt man blumiges Eisen. Ein Mittel zwischen diesen beiden Sorten ist das sogenannte weißgare Eisen. Roheisen, dessen Farbe aus dem Weißen ins Graue fällt, und dessen Bruchfläche sehr porös und löcherig ist, nennt man greelles Eisen. Besitzt es eine graulichweiße Farbe, einen feinzackigen Bruch, und ist dabei sehr porös, so nennt man es luckiges Eisen. Dieses kömmt in seinen übrigen Eigenschaften dem Stahle am nächsten. Dasjenige Roheisen, welches in einem Stücke das graue und weiße gemengt wahrnehmen läßt, heißt streifiges Roheisen, insofern es bald hellere, bald dunklere Streifen zeigt, oder man nennt es, wenn es kleine, bald helle, bald dunkle Flecken hat, auch halbirtes Eisen.

6.

Um das Roheisen zur Blechfabrikation, zum Drahtzug, und zu Schmiedearbeiten brauchbar zu machen, muß es einem neuen chemischen Prozeß unterworfen werden, den man den Frischprozeß nennt. Es läßt sich schmiedbares Eisen unter geeigneten Verhältnissen zwar auch gleich anfänglich unmittelbar aus den Erzen darstellen. Es wird aber fast immer mittelbar aus Roheisen gewonnen. Nicht jede Art des Roheisens ist hiezu tauglich. Man hält das weiße, oder dem weißen sich nähernde Roheisen für das zu diesem Zwecke geeignetste, vorzüglich deßwegen, weil es in der Schmelzhitze nicht dünnflüssig, wie graues, sondern dickflüssig und leicht zähe, teigartig wird. Die Frischarbeit hat nämlich den Zweck, das Eisen einer nochmaligen vollkommenen Oxydation und wiederholten Reduktion zu unterwerfen, was durch Wiedereinschmelzen desselben unter lebhafter und anhaltender Wirkung der Gebläseluft auf alle Theile der geschmolzenen Masse geschehen soll, daher man diese in allen Richtungen dem Luftstrome preis geben, und im Stande sein muß, dieselbe mehrfach in Zwischenräumen, und von den Schlacken befreit, zu wenden, und gleichsam durchzukneten, wozu ein solcher teigartiger Zustand des Eisens nothwendig ist. Man erhält aber auf den Hochöfen häufig graues Roheisen statt weißem, und ist daher genöthigt, noch vor der Frischarbeit solche Mittel in Anwendung zu bringen, wodurch man hoffen kann, das graue Eisen in weißes, oder demselben sich näherndes umzuwandeln. Auf den Hüttenwerken nennt man dieß überhaupt Weißmachen oder Feineisen-Arbeit, und kennt verschiedene Methoden für diesen Zweck. Da sich das graue Roheisen durch plötzliche Abkühlung in weißes verwandelt (§. 4), so sucht man hauptsächlich auch eine solche Abkühlung oder Abschreckung des wieder eingeschmolzenen grauen Roheisens im Großen zu veranlassen, was am vollkommensten durch sogenanntes Scheibenreissen, und dann hiemit verbundene Behandlung auf dem sogenannten Bratheerde geschieht, indem man nämlich das Eisen auf einem besondern Heerde niederschmilzt, dann oberflächlich mit kaltem Wasser zum schnellen Gestehen bringt, und

so in Scheiben abreißt, die Scheiben aber in einem Bratofen einer gelinden Hitze aussetzt. Man nennt dieses Verfahren Hartzerrenen.

7.

Die Frischarbeit selbst kann nun auf doppelte Art vorgenommen werden, nämlich auf dem Heerde, oder in Flammöfen. Der Frischheerd besteht hauptsächlich aus einer Feuergrube, die gewöhnlich aus Gußeisenplatten (Zacken) gebildet wird, und geradezu auch das Feuer oder der Heerd im engern Sinne heißt, deren Boden aber wegen dem Abfluß der Schlacke nicht in die Hüttensohle vertieft, sondern in gleicher Höhe mit derselben ist, und deren obere Ränder mit Ausnahme der vordern Seite, wo die Frischarbeit verrichtet wird, mit einer horizontalen meist von Eisenplatten bedeckten Fläche umgeben sind. Dieser Heerd steht entweder unmittelbar unter einer Esse, oder er ist auch zum Schutze gegen das Feuer mit einem Mantel umgeben. Die Esse oder der Mantel ruhen auf massiven Gewölben, oder auf Gußeisen-Säulen, Pfeilern oder Platten. Auf einer Seite des Heerdes befindet sich ein Gebläse. Man nennt diese Vorrichtungen und die Arbeiten, welche auf solchen Heerden vorgenommen werden, Frischfeuer, oder Frischschmiede. Diese Arbeiten sind sehr verschieden, und werden nach ihrer Eigenthümlichkeit und den Gegenden, wo sie üblich, auch verschieden benannt. Die sogenannte deutsche Frischschmiede, wovon es ebenfalls abweichende Methoden gibt, besteht im Allgemeinen darin, daß man das Roheisen in gewichtigen Stücken, die gewöhnlich eine parallelepipidische Form haben, und Gänze heißen, auf den vordern Theil der Feuergrube oder den sogenannten Gichtzacken legt, gegenüber der Form oder dem Formzacken, und daselbst durch Kohlenfeuer und die Einwirkung des Gebläses in die mit Kohlenlösche ausgefütterte Grube unter allmähligem Fortrücken gegen die Form niederschmilzt, wobei man Zuschläge anwendet. Nach diesem ersten Niederschmelzen wird das Eisen schon so zäheflüssig, so daß es lange vor dem Winde erhalten werden kann, ohne wieder dünnflüssig in die Grube

zu gehen. Es erfolgt nun der eigentliche Frischprozeß, indem man das Eisen, nach Entfernung der Schlacken, aus der Grube mit Brechstangen emporarbeitet, und auf dem Heerde, völlig umgewendet, und unter dem Luftstrom des Gebläses auf einer Kohlendecke ausbreitet. Nach einiger Zeit wird dasselbe wieder mit Zuschlägen unter verstärkter Hitze in die Grube niedergeschmolzen, hierauf aber gewöhnlich zum zweitenmale, mit glühenden Kohlen bedeckt, in die Höhe gehoben. Man nennt diese Arbeit das Aufbrechen, und zwar das erste, wo das Eisen noch in einen wenig garen Zustand versetzt wird, das Rohaufbrechen, das zweite aber das Garaufbrechen. Nach dem letztern hat das Eisen fast schon die Natur des Stabeisens. Es wird nun noch einmal unter conzentrirter Hitze in die Grube geschmolzen, und bildet in dieser zuletzt einen einzigen Klumpen, Luppe oder Deul genannt, der auf den Amboß unter den Hammer kömmt, um ihn von der anhängenden Schlacke zu reinigen, sofort aber in mehrere Stücke getheilt und zuletzt zu Stäben ausgereckt wird.

8.

Das Frischen des Eisens in Flammöfen wird auf dem Heerde solcher Oefen, welche den gewöhnlichen Bau der Flammöfen haben, ohne Berührung mit dem Brennmaterial unter einem Strome heißer Luft, der durch den Ofen zieht, verrichtet, und diese entweder im Ofen selbst erzeugt, oder dieser durch die Flamme eines Hochofens geheitzt, die man in denselben mittels eines Kanales leitet, und welche durch mehrere Röhren mit glühend heißer atmosphärischer Luft gemischt einströmt. Die Roheisenmasse, die man auf dem Heerde ausbreitet, wird von einem Arbeiter durch die Arbeitsthüre des Ofens, wenn sie den gehörigen Grad der Flüssigkeit hat, mit einer Eisenstange so durchgearbeitet, um in allen Theilen mit der Luft in unmittelbare Berührung zu kommen. Wenn das Eisen sehr kohlehaltig und strengflüssig ist, wendet man Schlacken als Zusatz an, und schreckt es öfter mit kaltem Wasser ab. Es geht dadurch allmählig immer mehr

in einen teigartigen Zustand über, und sondert sich in Körnern ab, die sich über den Herd verbreiten, und durch freiwilliges Zusammenschweißen in eine größere Masse sich verwandeln. Die Arbeit besteht nun in einem unaufhörlichen Hin- und Herrühren (Puddeln) dieser Masse, und dem Aufsammeln auch der kleinsten Eisentheile vom Heerde. Es entsteht dadurch zuletzt ein kugelförmiger Eisenklumpen (Ball), oder es werden auch nach der Menge des Eisens mehrere solcher Ball's gebildet, die man ferner so behandelt, wie die Luppen, oder Deuls vom Heerdfrischen, um Stabeisen daraus zu erhalten.

9.

Die Produkte des Heerdfrischens und des Puddelns in Flamm-Oefen sind dadurch wesentlich verschieden, daß sie einen ganz ungleichen Aggregatzustand haben. Das auf dem Heerde gefrischte Eisen pflegt nämlich schon während des Frischens zusammenzusintern, das auf dem Heerde im Flammofen erzeugte aber wird von dem Arbeiter erst aus sehr kleinen Körnern zusammengeknetet, und kömmt daher schon aus dem Hammer- oder Walzwerke in einem verhältnißmäßig sehr aufgelockerten Zustande. *) Daher sind auch die Eigenschaften bei den Stabeisen-Gattungen sehr verschieden. Das beste, aus Magneteisenstein zu Dannemora in Schweden gefrischte Eisen hat einen mehr dichten, schimmernd graulichen, in's Bläuliche ziehenden Bruch, und bricht, vorher mit einem Meißel ein wenig eingehauen, kurz und eben. Seine Bruchfasern sind mehr blätter- als fadenartig. Das in Flammöfen verfrischte Eisen hingegen hat einen deutlich sehnigen Bruch, die Sehnen rund, bündelförmig, und eine mehr schwärzliche als blaugraue Farbe. Vorher eingehauen bricht es nie kurz, sondern sehnig; denn es hat ursprünglich eine mehr lockere Beschaffenheit, als das auf dem Heerde gefrischte Eisen, weil dieses schon während des Frischens zusammensintert, das letztere aber erst aus sehr kleinen Eisenkörnern zusammen-

*) Schafhäutl's Bericht über die Industrie-Ausstellung in Mainz im Kunst- und Gewerbeblatt Jahrg. 1842.

geknetet werden muß. Im Vergleich mit gutem, auf dem Heerde gefrischtem Eisen (mit Danemora-Eisen) hat es, bei gleichen Dimensionen und gleicher Textur, eine bedeutend geringere absolute Festigkeit, und läßt sich daher nicht zu den dünnsten weichen Blechen walzen, und zu den feinsten Drähten ziehen. Es ist immer kohlenstoffreicher, als das schwedische. Man zieht aber gewöhnlich das Puddel-Eisen dem guten schwedischen Eisen vor, weil es wohlfeiler ist, als dieses, und auch viel weniger Arbeit braucht, um in den faserigen Zustand versetzt zu werden. Im Allgemeinen enthält das Stabeisen nur 0,2 — 0,6 Prozent Kohlenstoff, und ist dabei nicht frei von verschiedenen Quantitäten von Kiesel (Silicium), Arsenik, Phosphor, und Schwefel, u. s. w. Die ursprüngliche Textur desselben erleidet durch die Bearbeitung unter dem Hammer, oder unter Walzwerken immer eine bedeutende Veränderung. Es zeigt so bearbeitet im Bruche gewöhnlich eine sehnige Beschaffenheit, sehr verschieden von dem Bruche des Roheisens. Ist der Bruch lang- und feinsehnig, so zeigt dieß meist eine gute Beschaffenheit an, und verräth große Zähigkeit, Dehnbarkeit und Festigkeit. Doch gibt es auch Stabeisen, das nie sehnig im Bruche wird, sondern vielmehr kantig, körnig, hackig oder gar schuppig ist. Dieses ist das brüchigste Eisen. Auch gibt es Stabeisen, das mehrere Arten des Bruches vereinigt zeigt, z. B. einen sehnigen, und einen körnigen. Dieses ist schlecht bearbeitetes, noch halb rohes Eisen, welches auch rohbrüchig heißt. Neben dem Bruche hat man aber beim Stabeisen auch auf Farbe und Glanz zu sehen; denn diese beiden Eigenschaften stehen nach der Erfahrung hier in merkwürdiger Beziehung. Die Farbe ist gewöhnlich bei gutem, feinsehnigen Eisen hellgrau, dabei der Glanz schwach, oder die Farbe ist dunkler, dann aber der Glanz lebhafter.

10.

Zu den fehlerhaften Stabeisen-Sorten gehören das sogenannte rothbrüchige und kaltbrüchige, wovon das erstere haltbar bei der Bear-

beitung ist, so lange es sich in der Weißglühhitze befindet, in der Rothglühhitze aber sehr leicht bricht, das letztere in der Weiß- und Rothglühhitze haltbar, beim Erkalten aber brüchig ist. Man erkennt das rothbrüchige Eisen nicht selten an seinem blätterig grobsehnigen Bruche, und dunklen Farbe ohne Glanz. An den Stäben selbst zeigen sich kleine Brüche. Es entsteht durch die Anwesenheit von Schwefel im Eisen, der diesen Fehler auch schon in sehr geringer Quantität verursacht. Das kaltbrüchige Eisen hat meist einen strahlig blätterigen Bruch, sehr helle Farbe, und lebhaften Glanz. Es entsteht durch Antheil an Phosphor in größerer Menge. Fehlerhaftes Stabeisen ist auch das sogenannte verbrannte Eisen, welches einen fast schieferigen Bruch bei blaulicher Farbe, und sehr lebhaftem Glanze zeigt. Es entsteht durch lang anhaltendes und oft wiederholtes Glühen unter Zutritt der Luft. Es ist durchaus mürbe, und ohne Zähigkeit, kann aber durch Behandlung in der Schweißhitze unter einer Decke, welche die Luft ausschließt, wieder verbessert werden. Ein sehr fehlerhaftes Eisen ist das faulbrüchige oder haderige, welches, ohne verbrannt zu seyn, sich in jeder Temperatur mürbe und brüchig verhält. Man glaubt, daß es durch einen bedeutenden Antheil an Silicium und Calcium entsteht, oder, wenn es diesen Fehler nicht hat, durch eingemengte Schlacken oder eine andere mechanische Ursache. Stabeisen wird durch Schlackentheile oder Glühspan insoferne nicht selten mangelhaft, daß sich diese an das Eisen beim Hämmern und Auswalzen anlegen, und in die Masse desselben eingedrückt werden, wodurch der Zusammenhang der Eisentheile an solchen Stellen unterbrochen, und das Eisen, wie man sagt, unganz wird. Unganze Stellen geben bei Stäben, Blechen, Drähten u. s. w. oft Anlaß zum schnellen Bruche, und vermindern die Tragkraft des Eisens. Auch ein mangelhaftes Schweissen kann zu diesem Fehler beitragen. Es lösen sich an solchen Stellen gerne Theile desselben ab, die man Schiefer nennt, und man erkennt selbe oft nur beim Poliren des Metalls, wo sie in Form von kleinen Flecken, Streifen und Haarrissen zum Vorschein kommen, und dann gewöhnlich Aschenlöcher heißen.

11.

In der Form und Größe, wie das Stabeisen gleich anfänglich auf den Hüttenwerken unter dem Hammer bearbeitet wird, ist es aber in den wenigsten Fällen gleich zur Anwendung tauglich, sondern es muß noch ferner ausgereckt oder gewalzt, zerschnitten werden, u. s. w. Dieß könnte von den Arbeitsleuten, die es benützen wollen, nicht wohl geschehen, daher es auf den Hütten selbst noch zu verschiedenen Zwecken in verschiedene Form und Größe gebracht und verfeinert wird, und so kömmt es in mannigfaltigen Sorten als Stabeisen in den Handel. Der ursprünglichen Form nach, die auch meistens bei der Verfeinerung beibehalten wird, gibt es Quadrateisen, und Flacheisen mit zwei breiten Flächen, oder mit länglich viereckigem Durchschnitte, ersteres gewöhnlich nicht schwächer als $\frac{3}{4}$ Zoll, letzteres nicht schmäler als $1\frac{1}{6}$ Zoll, und nicht schwächer als $\frac{3}{8}$ Zoll. Nebst diesen Sorten gibt es Rundeisen, mit kreisförmigem Durchschnitte. Das Quadrateisen wird zu feinern Stäben bis zu $\frac{1}{4}$ Zoll ausgezogen oder gereckt, und heißt dann Reckeisen. Eben so wird das Flacheisen noch feiner bearbeitet, und erhält eine Breite bis zu $\frac{3}{4}$ Zoll, und eine Dicke bis zu $1\frac{1}{2}$ oder 2 Linien. Dann nennt man es Bandeisen, auch Reifeisen. Werden die Flächen von dünnen Quadrateisenstäben oder von Flacheisen durch Quer=Hammerschläge gekerbt (zur leichteren Verarbeitung für Nagelschmiede, Schlosser &c.), so heißt der Stab Kraus= oder Zaineisen, auch Knoppereisen.

Die dünnsten Stäbe von Quadrat= und Flacheisen werden oft dargestellt, indem man gewalzte, 3 — 5 Zoll breite, 30 — 40 Fuß lange Eisenschienen (Platinen) glühend nach ihrer Länge zerschneidet. Solche Stäbe heißen daher Schneide=Eisen. — Klammereisen zu Holzgerüst=Klammern ist Quadrateisen, gewöhnlich $\frac{1}{1}\frac{1}{6}$ Quadratzoll stark. Schlaudereisen zu den Schlaudern für Mauerwerk ist ein Flacheisen, $\frac{1}{2}$ Zoll dick, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, oder $\frac{7}{8}$ Zoll dick und 2 Zoll breit. Stabeisen von ungewöhnlichen Formen (nach Lehren), halbrund, oval, dreieckig, heißt Facon=Eisen. — Das beste Stabeisen liefert Schweden aus seinen berühmten Eisenwerken zu Dannemora,

darunter das vorzüglichste Oeregrundeisen, dann in dünnern Stäben Voyageisen, u. s. w. Von Gußeisen liefert England zur Zeit noch die vorzüglichsten Produkte.*) Deutschland hat eine namhafte Zahl vorzüglicher Eisenwerke. Darunter sind die ausgezeichnetsten Produkte die steyerischen und die kärnthischen. In Bayern wird vorzügliches Eisen auf den Hüttenwerken zu Ingbert in der Pfalz, Bergen, Weierhammer, Fichtelberg, Bodenmais u. s. w. gewonnen.

2) Vom Stahle.

1.

Der Stahl unterscheidet sich vom Schmiede- oder Stabeisen physisch durch seine Härte, Schmelzbarkeit und große Elasticität, vom Roheisen durch Schweißbarkeit. Seiner chemischen Natur nach unterscheidet er sich vom Schmiede-Eisen wesentlich durch größern Kohlenstoff-, Silicium- und durch Stickstoff-Gehalt; von dem Gußeisen ist er aber seiner innern Natur nach nicht verschieden.**) Erst durch mechanische Bearbeitung mit dem Hammer wird dieses in Stahl verwandelt. Man erhält denselben zunächst durch eine Art Frischen des manganhaltigen weißen Gußeisens. Wenn nämlich Roheisen, in dessen Zusammensetzung ein Theil des Siliciums oder Kiesels durch Mangan ersetzt ist, welches der Fall bei dem Gußeisen, das man luckiges nennt, dem Windstrome eines Gebläses ausgesetzt wird, so verliert es eher seinen Mangan- als Silicium-Gehalt. Wird daher dasselbe während der Operation des Frischens so behandelt, daß in selbem nicht zu viel Kohlenstoff und Kiesel verbrennt, indem man nämlich den Windstrom mehr auf die Ober-

*) Es produzirt 18,000,000 Zentner Eisen, wovon nahe an zwei Drittheile als Guß- und Stabeisen ausgeführt werden. Deutschland erzeugt 6½ Millionen Zentner Eisen, welches schon in Hinsicht der Preise mit dem englischen nicht concurriren kann.

**) Hierauf hat Schafhäutl in neuerer Zeit aufmerksam gemacht. S. Kunst- und Gewerbeblatt Jahrg. 1842.

fläche des geschmolzenen Metalls, als in die Tiefe wirken läßt, so bildet sich hiedurch kein wirkliches Schmiede-Eisen, aber ein Körper, welcher hämmerbar, und nichts anderes als sogenannter Rohstahl ist (auch Mock- oder Rosenstahl genannt). Ein solches Produkt bekömmt man aber unter gleichen Umständen nicht aus Gußeisen, das kein Mangan enthält, sondern zuletzt nur Schmiede-Eisen, indem solches Gußeisen seinen Kiesel proportional mit dem Kohlenstoff verliert. Jener Rohstahl ist daher eigentlich nur eine besondere Art des Gußeisens. Es wird derselbe aber durch mechanische Bearbeitung verändert. Man zerschlägt ihn in Stücke, bringt diese unter den Hammer, härtet sie in kaltem Wasser, zerbricht sie dann neuerdings, und schmiedet sie wieder zusammen. Diese Operation nennt man Gerben, und das Produkt heißt Gerbstahl. Man kann diese Arbeit, zwei- bis dreimal u. s. w., wiederholen, und verbessert dadurch den Stahl immer mehr, so daß derselbe an Bildbarkeit, Zähigkeit u. s. w. zunimmt. Nur Einmal gegerbter Rohstahl heißt gewöhnlich Scharsachstahl.*)

Wenn man Stabeisen mit Kohle oder kohlehaltigen Materialien in verschlossenen Gefäßen glüht, oder auch damit zusammenschmilzt, so nimmt dasselbe, durch den Frischproceß entkohlt, wieder Kohlenstoff auf, und verwandelt sich nach Umständen in verschiedene Arten von Gußeisen (s. Eisenerzeugung § 4). Enthält dieses Stabeisen eine verhältnißmäßige Menge Kiesel, mit so viel Phosphor oder Arsenik, als nöthig, um die feinsten Eisentheile während ihrer Verbindung mit Kohlenstoff erweichen oder schweißbar zu machen, so erhält man ein Gußeisen, welches unter dem Hammer oder Walzwerk bearbeitet das Produkt ist, das man Cementstahl nennt. Eine gute Stahlstange dieser Art muß einen silberartig würflig crystallinischen Bruch haben.**) Der beste Stahl ist immer dieser durch Cementation

*) Das zwei-, drei- bis viermal wiederholte Gerben zeigt man auf den Stäben durch vertiefte Punkte an, und nennt darnach den Stahl Zweidupf-, Dreidupfstahl, u. s. w.

**) Stabeisen, welches nur eine unbedeutende Quantität Kiesel im Verhältniß zur Kohle enthält, und welchem auch die Quantitäten Phosphor und Arsenik mangeln, die eine Erweichung oder ein leichtes

einer geschmiedeten Eisenstange erhaltene. Man pflegt auch diesen zu zerbrechen, dann wieder zusammenzuschweißen, oder zu gerben, oder nach Auswahl derjenigen Sorten, welche die beste Mischung versprechen, in Tiegeln von Thon und gepulverten Tiegelscherben durch das Feuer eines Windofens zu schmelzen, und in Formen zu gießen, woraus der Gußstahl entsteht, welcher für verschiedene Zwecke verschiedene Eigenschaften hat. Es muß derselbe aus einer vollkommen gleichförmig dichten Masse bestehen, die im Querbruche bei hartem Stahle strahlig silberartig ist, die Strahlen von den Ecken des prismatischen Stabes gegen die Mitte zulaufend. Bei weniger hartem Gußstahl ist der Bruch körnig crystallinisch. Die Masse muß übrigens, wenn man die Stahlstange mit einem Meissel einhaut, dann mittels eines kurzen Schlages abbricht, ganz homogen im Bruche erscheinen; jede an der Bruchfläche sich etwa bildende wellenförmige Erhöhung muß sich sanft verlaufen. Jeder schroffe Abfall einer solchen Erhöhung deutet auf Stellen, wo zwei verschieden carbonisirte Lagen sich begränzen, die beim Härten, oder später einen Riß veranlassen. Es ist dieser Stahl übrigens spröde und brüchig, was derselbe vor dem Umschmelzen nicht war, daher auch viel weniger schweißbar. Stahl aus schlechtem Eisen, welches verschieden carbonisirte Lagen gibt, läßt sich durch Umschmelzen nicht verbessern.

2.

Der Stahl kommt meist in kleinen quadratischen Stäben in den Handel. Den besten Stahl hat bisher England geliefert. Ein englischer Gußstahl mit dem Zeichen Huntsmann wird noch immer sehr gesucht, und kömmt in allen deutschen Handlungen vor. Es gibt aber auch viele vortreffliche Sorten von deutschem Stahl. Darunter zeichnet sich ganz besonders der österreichische aus Steyermark

---

Schweißen seiner kleinsten Theile begünstigen, gibt durch Cementation nie wahren Stahl, sondern nur ein stahlartiges Roheisen (Kohlenstoffeisen mit wenig Kieseleisen), welches keine Zähigkeit und Hämmerbarkeit besitzt. Der Querbruch einer solchen cementirten Stange ist grau und matt.

und Kärnthen aus, z. B. steyerischer Scharsach-Stahl mit dem Worte Innerberg, und an beiden Enden mit dem Zeichen des Tannenbaums, daher Tannenbaumstahl genannt, oder Judenburger mit dem Sonnen-Zeichen, Cementstahl von Murau, kärnthischer Gußstahl von Egger, oder der kärnthische Rohstahl, welcher Milano heißt, Fischer's Gußstahl, Brescianerstahl, u. s. w. Unter den deutschen Sorten ist noch sehr gerühmt der Solinger-Stahl. Legirungen des Stahls, z. B. mit Silber, sogenannter Silberstahl, haben in der Praktik keinen Eingang gefunden. Ihr Werth beruht nur auf einem Vorurtheil. — Als eine ausgezeichnete Stahlsorte wird indischer Wotzstahl erwähnt. — Der sogenannte Damascener-Stahl ist ein besonderes stahlartiges Produkt, welches sich durch Härte, Elasticität und schöne, aderige oder streifige Zeichnungen auf den polirten Oberflächen nach vorausgegangener Behandlung mit verdünnter Säure auszeichnet, und wie man glaubt, durch Zusammenschweißen von Stahl und gutem Stabeisen erzeugt ist.

3) Anwendung des Roh- und Stabeisens.

1.

Das graue Roheisen ist bekanntlich das Material, welches durch seine gegenwärtige Verwendung zum Gusse die erste Rolle unter allen Industriezweigen aus dem unorganischen Reiche spielt. Man verschafft sich dieses Eisen, wenn es nicht schon auf den Hoch-Oefen erzielt worden ist, in seiner geeigneten Beschaffenheit gewöhnlich durch ein Umschmelzen des schon vorhandenen Roheisens, und angemessenen Behandlung, wodurch es sich in das gewünschte graue verwandelt. Das Umschmelzen geschieht im Großen meistens in Flammöfen, ähnlich den Puddelöfen, deren Gemäuer zur Sicherung eine Umhüllung von Eisenplatten erhält, die man mittels Bolzen und Schrauben verbindet, und auch wieder wegnehmen kann. Man sucht dieses Umschmelzen so schnell als möglich zu bewirken, um die Oxydation des Eisens und einen zu großen Verlust durch sogenannten Abbrand zu verhüten. Auch hat ein rascher Erfolg in die-

ser Hinsicht einen großen Einfluß auf die Haltbarkeit des Eisens. Beim Gusse selbst sucht man die höchste Temperatur so bleibend als möglich zu erhalten, indem eine solche Temperatur nicht mindern Einfluß auf die Haltbarkeit des Eisens ausübt. Der Eisenguß ist übrigens schwieriger, als jeder andere Metallguß, denn es erfordert dieses Metall nicht nur eine viel größere Schmelzhitze, sondern es schwindet stark, und verzieht sich leicht in den Formen, drückt stark auf die Wände der Form, nnd beschädigt selbe leicht schon in Folge der großen Hitze, in welcher es die Form ausfüllt. Ist die Form, wie gewöhnlich, von Sand, so bekömmt der Guß leicht durch das sich bildende Oxydul des Eisens und den Sand einen schorfartigen rauhen Ueberzug. Ueberdieß darf die Form in Folge großer Wärmeleitung das Eisen nicht zu sehr abschrecken, weil der Guß hiedurch sehr an Zähigkeit verliert, und es muß dasselbe auch ein wohlfeiles Produkt seyn. — Für größere Eisengüsse bildet man die Formen aus feinem etwas thonigen Sand, welchen man in so feuchtem Zustande, daß er bleibende Eindrücke durch ein Modell annimmt, entweder frei auf einem Herde horizontal ausbreitet, und das Modell darauf einsenkt, oder womit man hölzerne oder gußeisene sogenannte Kästen oder Rahmen füllt, deren zwei oder mehrere aufeinandergestellt und verbunden werden, nachdem man vorher das Modell in sie eingesenkt und wieder herausgehoben hat. Man nennt das Formen mit feucht bleibendem Sande überhaupt Sandformerei, und die erste Art von Formbildung Heerdformerei, die zweite Kastenformerei, und den Guß im ersten Falle liegenden oder horizontalen, im zweiten Fall stehenden oder vertikalen Guß. Formen auf dem Heerde bildet man für große, wohlfeile, flache Güsse, die keine vorzüglichen Eindrücke annehmen dürfen, und keine bedeutenden Vorsprünge u. dgl. bekommen; dagegen werden die Formen in Kästen mit feuchtem Sande für große Güsse nothwendig, welche eine größere Haltbarkeit der Formmasse nothwendig machen. In beiden Fällen dürfen die Güsse unbeschadet des Zweckes, wozu sie dienen, einige Härte an der Oberfläche (durch die Abschreckung) annehmen. Wenn man aber Güsse zu liefern hat, die sich durch große Zähigkeit und Haltbarkeit auszeichnen sollen, so wird die Formmasse vor

dem Gusse scharf getrocknet, daher selbe auch viel mehr Festigkeit besitzen muß, und aus einem fetten Gemenge von Sand und Thon (die Masse genannt) gebildet wird. Diese Art von Formbildung heißt daher Masseformerei, oder vorzugsweise Kastenformerei. Das geschmolzene Eisen trägt man in Kellen durch eigens für diesen Zweck aus Formmasse gebildete Eingüsse in die Formen, oder läßt es in selbe durch einen aus Sand gebildeten Kanal aus dem Schmelzofen fließen. Zur Entweichung der feuchten Dämpfe und des Gases, welche durch das heiße Metall entstehen, werden sowohl in die Heerd- als Kastenform Oeffnungen durch eiserne Spieße gestochen. Die Oberfläche des Formsandes bestreut man mit Kohlenpulver, und deckt den vollendeten Heerd-Guß, welcher nach Umständen auch eine Zeit lang beschwert wird, mit warmer Erde. Die Modelle, deren man sich bedient, sind für manche Gegenstände nur von Holz, für andere von Gußeisen selbst, von Bronce u. s. w., und müssen, wenn die Größe des Gusses genau bestimmt ist, nach einem Schwindmaaß angefertigt werden.

Die meisten großen Eisengüsse dürfen sich weniger durch scharfe Ausprägung auszeichnen, als sie vielmehr Zähigkeit und große Festigkeit besitzen müssen, und dürfen nicht so viel Härte haben, um dem Meißel, und auch noch dem Hammer zu widerstehen; denn es müssen hievon die Eingüsse und groben Gußnähte leicht weggearbeitet werden können. Im Ganzen sollen die Güsse auch nicht zu dick, und schwer seyn.

2.

Aus Stabeisen werden nebst unzähligen Schmiede-Arbeiten Bleche, Dráhte und Nägel gebildet. Zur Darstellung derselben hat man das weichste und záheste Stabeisen nöthig. Die Bleche erzeugt man aus breiten, nicht zu dicken Stäben durch anfängliche Zerschneidung dieser Stäbe, dann allmähliges Auswalzen der Stücke in glühend heißem Zustande bei immer engerer Stellung der Walzen, wobei selbe so unter die letzteren kommen, daß sie sich nach ihrer anfänglichen Breite bewegen, welche nachher der Länge

der gebildeten Bleche entspricht. Nach jedem neuen Durchzuge entsteht auf ihren Oberflächen Glühspan, welcher sorgfältig abgeklopft werden muß, weil er die Bleche leicht verdirbt, indem er ihre Oberflächen rauh, und das Eisen unganz macht. Man walzt Eisenbleche von sehr verschiedener Stärke und Größe aus. Die größten und stärksten Sorten sind immer unverzinnte oder Schwarzbleche. Kleinere Sorten werden verzinnt, und kommen so als Weißbleche in den Handel. Von den erstern unterscheidet man in den Fabriken wieder Sturzblech und Faßblech. Jenes ist das größere und stärkere Schwarzblech, welches in einer bestimmten Zahl von Stücken, die zusammen einen Sturz (Busch) bilden, und in dieser Vereinigung ein bestimmtes Gewicht haben müssen, in den größern Handel kömmt. Das Faßblech, welches auch Dünneisen oder Kleineisen heißt, ist das kleinere und schwächere Schwarzblech, welches in Fässern verpackt wird. Jeder Sturz des Sturzbleches hat durchschnittlich ein Gewicht von 50 ℔. Die Größe der Tafeln in einem solchen ist aber sehr verschieden. Man unterscheidet nach der Größe wieder doppeltes und einfaches Sturzblech, und versteht unter dem doppelten, das man auch Schloßblech nennt, dasjenige Sturzblech, wovon eine Tafel fast noch einmal so groß ist, als ein anderes, das mit ihm ohngefähr gleiche Stärke hat. Das letztere heißt dann in Vergleich mit dem erstern einfaches. Ein Sturz des doppelten enthält daher die Hälfte weniger Tafeln, als das einfache. Nr. 2 des doppelten besteht nur aus einer Tafel à 50 ℔., Nr. 2 des einfachen aus 2 Tafeln à 25 ℔., u. s. w. Die Größen der Tafeln desselben Nummers, sowohl des doppelten als einfachen, weichen jedoch in den verschiedenen Fabriken etwas ab; das Format, oder Verhältniß in der Länge und Breite ist aber gleichbleibend, und ohngefähr wie 3 : 2. Mit dem Umfange nimmt die Dicke ab.

3.

Im bayerischen Handel gehören folgende Blech-Sorten zu den gangbarsten:

1) Gewöhnliche Schlosserbleche.

Nummer oder Tafel-Zahl	Gewicht einer Tafel		Länge der Tafeln	Breite der Tafeln	Dicke der Tafel	Gewicht eines Quadrat-Fuß		Bemerkung.
	Pfd.		"	"	'''	Pfd.	Loth.	
2	25		36	24	$1\frac{1}{2}$	4	$5\frac{1}{3}$	1 Tafel 6 Qu.'
3	$16\frac{2}{3}$		36	24	1	2	$24\frac{8}{9}$	"
4	$12\frac{1}{2}$		36	24	$\frac{3}{4}$	2	$2\frac{2}{3}$	"
5	10		36	24	$\frac{3}{5}$	1	$21\frac{1}{3}$	"
6	$8\frac{1}{3}$		36	24	$\frac{1}{2}$	1	$12\frac{4}{9}$	"
7	$7\frac{1}{7}$		36	24	$\frac{3}{7}$	1	$6\frac{2}{21}$	"
8	$6\frac{1}{4}$		36	24	$\frac{3}{8}$	1	$1\frac{1}{3}$	"
10	5		30	21	$\frac{72}{175}$	1	$4\frac{4}{7}$	1 Taf. $4\frac{3}{8}$ Qu.'
12	$4\frac{1}{6}$		30	21	$\frac{12}{35}$	—	$30\frac{10}{21}$	"
14	$3\frac{4}{7}$		30	21	$\frac{72}{245}$	—	$26\frac{6}{49}$	"
16	$3\frac{1}{8}$		30	21	$\frac{9}{35}$	—	$22\frac{6}{7}$	"
18	$2\frac{7}{9}$		30	21	$\frac{8}{35}$	—	$20\frac{20}{63}$	"
20	$2\frac{1}{2}$		30	21	$\frac{36}{175}$	—	$18\frac{2}{7}$	"
22	$2\frac{3}{11}$		30	21	$\frac{72}{585}$	—	$16\frac{48}{77}$	"

2) Dachdeckblech.

	Pfd.	Lth.						
7	7	$4\frac{4}{7}$	48	30	$\frac{9}{35}$	—	$22\frac{6}{7}$	1 Taf. 10 Qu.'
14	3	$18\frac{2}{7}$	39	21	$\frac{144}{637}$	—	$20\frac{60}{637}$	" $5\frac{11}{16}$ "

(Letztere heißen Wolfische Bleche.)

3) Pfannenbleche.

2	25	—	42	30	$1\frac{1}{35}$	2	$27\frac{3}{7}$	1 Taf. $8\frac{3}{4}$ Qu.'
3	16	$21\frac{1}{3}$	42	30	$\frac{24}{35}$	1	29	"
4	12	16	42	30	$\frac{18}{35}$	1	$13\frac{5}{7}$	"
5	10	—	42	30	$\frac{72}{175}$	1	$4\frac{4}{7}$	"
6	8	$10\frac{2}{3}$	42	30	$\frac{12}{35}$	—	$30\frac{10}{21}$	"
7	7	$4\frac{4}{7}$	42	30	$\frac{72}{245}$	—	$26\frac{6}{49}$	"

4) Rinnenbleche.

5	10	—	54	21	$\frac{16}{35}$	1	$8\frac{40}{63}$	1 Taf. $7\frac{7}{8}$ Qu.'
9	5	$17\frac{7}{9}$	54	21	$\frac{16}{63}$	—	$22\frac{326}{567}$	"

4.

Die Faßbleche sind meistens nur $12\frac{1}{2}$ bis $13\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $9\frac{1}{2}$ Zoll breit, und sind dabei von verschiedener Stärke. Da man ihre Stärke nach einer Zahl von × anzeigt, womit sie bezeichnet werden, z. B. 1 ×, 2 ×, u. s. w., so nennt man sie auch Kreuzbleche. Die schwächste oder dünnste Sorte heißt in einigen Gegenden Senklerblech, und eine mittlere Vorderblech. Ausnahmsweise wird Faßblech oder Dünneisen auch größer, nämlich 15 Zoll lang, und 12 Zoll breit verfertigt, und dieses Blech führt dann den Namen Pontonsblech. Endlich gibt es auch vorzüglich große und starke Schwarzeisen-Bleche, die in den Fabriken nur nach gegebenem Maaße, nach Mustern, und auf Bestellung gemacht werden, d. i. sogenannte Muster- oder Modellbleche, z. B. Rohrbleche in $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{8}$ pfündigen Tafeln, 30 Zoll lang, 14 Zoll breit, 0,023 — 0,029 Zoll dick, Salzpfannen-Bleche u. s. w.

5.

Die Weißbleche kommen ebenfalls von verschiedener Größe und Stärke vor. Man bezeichnet sie nach ihrer Stärke ebenfalls mit ×. Das größte ist nicht über 18 Zoll lang, und $13\frac{1}{2}$ Z. breit. Die schwächsten Sorten sind die englischen Tagger's. — Um eine genaue Auswahl in Bezug auf Stärke des Eisenblechs überhaupt zu treffen, hat man sogenannte Blechlehren, oder stählerne, längliche Platten, an deren Rändern die Einschnitte reihenweise, an der Zahl 22 — 24, für Bleche von der geringsten bis zur größten Dicke angebracht sind, jeder Einschnitt mit der entsprechenden Nummer versehen. Diese Blechlehren, so wie die Drahtlehren (s. Draht) geben aber die Dicke einer Sorte nicht mit Genauigkeit an, weil man oft eine Sorte, die nicht mehr in den Einschnitt eines Nummers passen will, gleich zur folgenden Nummer rechnet, wovon sie in der That noch bedeutend abweicht.

6.

Die Güte aller dieser Bleche richtet sich überhaupt nach der Zähigkeit und Geschmeidigkeit des Eisens, woraus sie bestehen, welchen Eigenschaften zufolge selbe viele Biegungen, selbst an einer Stelle und in entgegengesetzt rechten Winkeln erleiden, ohne zu brechen. Auch können selbe fehlerhaft verfertigt seyn, indem sie durch ungleiches Auswalzen ungleiche Dicke haben, oder indem auf ihrer Oberfläche Glühspan zurückgeblieben, in die Masse eingedrückt, und das Eisen stellenweise unganz ist, was sich oft nur durch feine Haarrisse verräth. Solche Bleche haben bei der Bearbeitung, wenn sie gebogen, gefalzt u. dgl. werden, keine Haltbarkeit. Bleche, die keine glatte Fläche haben, sondern Runzeln, Beulen u. dgl., gehören für sich schon als fehlerhaft zu den Ausschußblechen. Die Weißbleche müssen sich durch eine spiegelglänzende, vollkommen glatte und haltbare Verzinnung auszeichnen. Es gibt darunter manche, bei denen die Verzinnung voller Haarrisse ist. Man schätzt im Handel am meisten die englischen, dann die französischen aus dem Elsaß und dem Saarbrückischen, (von Dillingen u. s. w.), von Schwarzblechen die steyerischen, dann die westphälischen, rheinpreußischen, u. s. w.

7.

Zur Darstellung des Drahts ist ein besonderes, festes und zähes Eisen nöthig (Eisen vom Heerdfrischen). Man liefert ihn auf den Drahthütten durch anfängliche Streckung von möglichst dünnen Eisenstäben mittels eingekerbter Walzen, und nachheriges Ausziehen durch Zieheisen mit abnehmend engern Oeffnungen. Er kömmt stets gereinigt von Oxyd, oder blank, und von kreisrunder Form in den Handel. Der Verkauf der verschiedenen Sorten der Eisen-Drähte geschieht nach Nummern von sehr verschiedener Stärke und Länge, in der Form von Ringen. Die Ringe haben ein bestimmtes Gewicht von 5 ℔. für feinere Sorten, nnd 10—25 ℔. für stärkere Sorten. Die Stärke entspricht der Länge des Drahtes

im Ringe. Man hat im bayerischen Handel von dem gewöhnlichen Drahte 1 — 20 Nummern. Hievon ist Nr. 20 1½ Linie dick. Draht unter der Dicke von Nr. 1 des gewöhnlichen rechnet man zum sogenannten Kränzeldraht, wovon es wieder 1 — 10 Nummern gibt, und Nr. 10 nur mehr Pferdehaar-Dicke hat. Zum Glockenzug dient meistens Nr. 4 u. 8 des gewöhnlichen Drahtes; Nr. 5 — 6 ist sogenannter Gitterstrick-Draht. Derjenige Draht, welcher schon ¼ Zoll im Durchmesser hat, kömmt in Stangen vor. Von diesem Stangendraht gibt es 12 Nummern, wovon die stärkste ½ Zoll dick ist.

8.

Es weicht übrigens das Nummerirungs-System in Bezug auf Drähte in den Fabriken sehr ab, so wie auch die Benennung der zu verschiedenen Zwecken dienlichen Draht-Sorten sehr verschieden ist. Durch die Nummern, und auch durch manche vom Gebrauche abgeleitete Benennungen werden zwar im Allgemeinen die Abstufungen in der Feinheit angezeigt, aber keineswegs eine bestimmte Dicke, die für jede Fabrik dieselbe wäre. Die Nummerirung der Draht-Sorten nach ihrer Dicke ist auch auf Drahtlehren angegeben, deren man sich in Handlungen bedient, wie der Blechlehren.

9.

Die Anzahl der laufenden Schuhe, welche auf 1 ℔. Draht in bestimmter Dicke gehen, wobei ein specifisches Gewicht = 7,88 als Mittelwerth zu Grunde gelegt wird, ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Draht-Dicke.	Fuß auf 1 ℔.		Draht-Dicke.	Fuß auf 1 ℔.	
Zoll	Bayerisch	Preußisch	Zoll	Bayerisch	Preußisch
0,010	3525	5248,3	0,18	10,85	16,18
0,011	2904	4325	0,19	9,74	14,5
0,012	2452	3651	0,20	8,8	13,1
0,013	2085	3004	0,21	8	11,9
0,014	1794	2671,3	0,22	7,28	10,84
0,015	1567	2323	0,23	6,67	9,93
0,020	881	1311,5	0,24	6,13	9,12
0,025	564	839,6	0,25	5,64	8,4
0,030	391,3	582,6	0,26	5,21	7,76
0,035	282,8	421	0,27	5,33	7,2
0,040	220,5	328,2	0,28	4,5	6,7
0,045	174,3	259,5	0,29	4,19	6,24
0,050	141	210	0,30	3,91	5,83
0,055	116,2	173	0,32	3,45	5,13
0,060	97,4	145	0,34	3,05	4,54
0,065	83,5	124,3	0,36	2,73	4,06
0,070	72	107,1	0,38	2,44	3,63
0,075	62,7	93,5	0,40	2,2	3,29
0,080	55,1	82,1	0,42	2	2,98
0,085	48,8	72,7	0,44	1,82	2,71
0,090	43,5	64,75	0,46	1,67	2,47
0,095	39,1	58,13	0,48	1,53	2,28
0,10	35,3	52,53	0,50	1,41	2,1
0,11	29	43,25	0,55	1,15	1,73
0,12	24,5	36,5	0,60	0,973	1,45
0,13	20,8	31	0,65	0,835	1,245
0,14	18	26,7	0,70	0,72	1,069
0,15	15,7	23,27	0,75	0627	0,934
0,16	13,8	20,48	0,80	0551	0,82
0,17	12,15	18,06	0,85	0,487	0727

10.

Die Güte der Eisendrähte hängt wie die des Bleches hauptsächlich von der Festigkeit, der Zähigkeit und Biegsamkeit des Materials ab. Versuche lehren, welchen Grad von Festigkeit man überhaupt von gutem Eisendrahte, besonders von nicht ausgeglühtem, zu erwarten habe (s. Versuche von Dufour und Seguin). Selbst schon bei starkem Hin- und Herbiegen gibt sich seine natürliche Güte zu erkennen. Oft und unter einen rechten

Winkel gebogen, darf er noch keine Risse zeigen. Wenn der Draht bricht, so darf er nicht auf der einen Bruchfläche konisch, auf der andern vertieft seyn; denn das verräth mürbes Eisen. Sein Bruch soll zackig seyn. Ausserdem muß er, auch in großen Längen betrachtet, vollkommen glatt, gleichförmig gerundet, und von gleichem Durchmesser seyn. Besonders hat man darauf zu sehen, ob er nicht fehlerhaft durch sogenannte Zangenbisse ist, d. i. starke Eindrücke hat, die er auf der Ziehbank durch das Anfassen der Zange bei nicht ganz geregeltem Gange des Drahtzuges erhält, welche ihn geneigt zum Bruche machen. Auch darf man an ihm keine unganzen Stellen bemerken, und überhaupt muß er rein von Glühspan, Rost u. dgl., und metallisch glänzend seyn.

11.

Die Nägel werden größtentheils durch eine einfache Schmiede-Arbeit aus Eisenstäben dargestellt. Doch gibt es auch sogenannte Maschinen-Nägel, die sich durch eine sehr regelmäßige gleiche Form auszeichnen, aber meistens zu spröde sind. Auch verfertigt man eine Menge sogenannter Draht-Stifte aus blankem Eisen-Drahte, welche aber nur zur Befestigung kleinerer Holztheile u. s. w., dienen. Im Ganzen unterscheiden sich alle Nägel durch die Form ihres Kopfes und Schaftes, und durch ihre Größe. Beides, sowohl Form, als Größe soll den besondern Zwecken angemessen seyn, wozu sie dienen. Der Kopf der Nägel hat die verschiedensten Formen. Häufig ist derselbe, besonders bei den Holznägeln, dachförmig, aus zwei Lappen bestehend, oder pyramidal, mit drei, vier und mehrern geneigten Seiten (Schlägen), häufig kreisförmig rund, dann gewölbt, oder flach, u. s. w. Der Schaft der Nägel ist im Allgemeinen pyramidal, sein dickster Theil am Kopfe, und von da allmählig sich verdünnend, und in eine gerade Spitze verlaufend, dabei fast immer viereckig. Alle Holznägel haben einen lappigen, oder pyramidal eckigen Kopf, und einen geraden Schaft, dessen Durchschnitt manchmal ein längliches Viereck bildet. Man gibt diesen Nägeln hie und da eine solche Form, in der Absicht sie dadurch leichter

zwischen die Holzfasern einzutreiben, ohne das Holz zu sprengen, wenn sie nämlich mit den zwei breiten Seiten nach den Holzfasern gerichtet eingeschlagen werden. Sie lassen sich nach den zwei breiten Seiten auch leichter umnieten, sind aber dann schwächer. Das Verhältniß zwischen der Größe des Kopfes und der Stärke und Länge des Schaftes soll ein gewisses bestimmtes seyn. Einige Baumeister nehmen an, daß der größte Durchmesser des Schaftes nahe am Kopfe gleich seyn soll der Summe seiner halben Länge und seiner Breite, insoferne man dieß in Linien ausdrückt. Wenn z. B. ein großer Schleusen-Nagel 16 Zoll lang wäre, und nahe am Kopfe $9\frac{1}{3}$ Linien breit, so würde der Durchmesser des Nagelkopfes gleich seyn müssen $17\frac{1}{3}$ Linien (oder $\frac{16}{2} + 9\frac{1}{3} = 17\frac{1}{3}$). Die Größe der Nägel überhaupt und ihre Stärke ist zwar besonders für einzelne wichtige Sorten vorschriftsmäßig, oder durch Gebrauch bestimmt, aber nicht allgemein dieselbe, und sehr abhängig von Umständen, oft sogar von den steigenden und fallenden Preisen, woraus manche Nachtheile erwachsen können.

12.

Für die gewöhnlichen Holznägel hält man im Allgemeinen eine Länge von 3, oder $3\frac{3}{4}$, bis höchstens $4\frac{1}{2}$ Zoll hinreichend, wenn das Holz (Brettholz) nur 1 — 2 Zoll dick ist. Es richtet sich übrigens nach der Stärke und Länge des Nagels, und nach der Tiefe, womit er im Holze steckt, der Grad der Festigkeit, womit er darin haftet, wozu, wie sich von selbst versteht, die Beschaffenheit des Holzes beiträgt. Da dieß in Hinsicht auf manche Zwecke interessant ist, so sind hierüber Versuche angestellt worden.

13.

Versuche von Bevan über die Stärke, womit Nägel im Holze haften, und die nöthige Kraft, selbe in Holz einzutreiben *):

---

*) Bei diesen Versuchen ließ man die Gewichte langsam und ruhig wirken, und wiederholte die Belastung in Pausen mit subzessiver Vermehrung der Gewichte.

Sorten der Nägel	Zahl auf 1 ℔. engl.	Länge. Zoll	Art des Holzes	Eingetrieben gegen die Fasern / nach den Fasern	Tiefe. Zoll	Erforderliches Gewicht zum Herausziehen. ℔.
Drahtstift .	4560	0,44	Tannenholz trockenes	Senkrecht gegen die Fasern	0,40	22
Desgleichen .	3200	0,53	«	«	0,44	37
Dreipfenning=(Dielen=) Nagel	618	1,25	«	«	0,50	58
Gußeisennagel	380	1,00	«	»	0,50	72
Sechspfenning=Nagel .	73	2,50	«	«	1,00	187
Desgleichen .	73	2,50	«	«	1,50	327
Desgleichen .	73	2,50	«	«	2,00	530
Fünfpfenning=Nagel .	139	2,00	«	«	1,50	320

Sorten der Nägel	Art des Holzes	Eingetrieben gegen die Fasern / nach den Fasern	Tiefe. Zoll	Erforderliches Gewicht zum Herausziehen. ℔.
Sechspfenning=Nagel	Ulmenholz, trockenes	Senkrecht gegen die Fasern.	1	327
Derselbe	«	Nach den Fasern auf der Hirnseite	1	257
Ein gleicher Nagel	Tannenholz trockenes	«	2	257
Ein gleicher Nagel	«	«	1	87
« .	Eichenholz, trockenes	Senkrecht gegen die Fasern	1	507
« .	Buchenholz, trockenes	«	1	667

Ein Sechspfenningnagel dringt in trockenes Tannenholz durch den bloßen Druck von Gewichten in folgende Tiefen:

Gewichte.	Tiefen.
27 ℔. engl.	¼ Zoll.
76 « «	½ «
235 « «	1 «
400 « «	1½ «
610 « «	2 «

14.

Die Verkaufsweise der Nägel geschieht bei größern Sorten nach Stücken, oder bestimmten Preisen für ein Stück, bei kleinern Sorten nach Schocken oder im Großen nach Pfunden, wobei immer 1000 Stück auf eine gewisse Zahl von Pfunden gerechnet werden, oder auch nach Fässern, die ein bestimmtes Gewicht (etwa 40 ℔.) haben, und nach diesem eine bestimmte Anzahl von den Nägeln enthalten müssen, welche man sich gewählt hat. Man gibt den Nägeln sehr verschiedene Benennungen nach den verschiedenen Zwecken, wozu sie bestimmt sind, und nach den üblichen Preisen. Die kleinern (Schocknägel) erhalten ihre Namen vorzüglich nach der Gebrauchsart, die größern nach dem Preise. Für die Praktik ist es von Nutzen, die Gewichte genau zu wissen, welche Nägel von einer gewissen Größe, und einer gewissen Zahl, z. B. in einem Schocke, haben, und es sind deßhalb Berechnungen aus den Größen der Nägel, den Längen und Breiten ihres Schaftes und Kopfes, namentlich von Triest, angestellt worden.

15.

Zu den Holzverbindungen, überhaupt im Bauwesen, kommen im größten Theile Bayerns vorzüglich folgende Sorten von Eisen-Nägeln vor:

Sorten der Nägel:	Anzahl im Fasse.	Form des Kopfes.	Länge und Breite.		
			Breite des Kopfes.	Länge des Schaftes.	Breite des Schaftes.
			Linien	Zoll	Linien
Schleusennägel . .		Pyramidal, vierseitig (mit 4 Schlägen).	13	12	5
Schiftnägel (Groschen-Nägel) . . .	300	Zum Theil dachförmig zweilappig, zum Theil pyramidal 4 seitig.	12	8	4
Zweikreuzernägel .	500	Dieselben Formen	11	$7\frac{1}{2}$	3
Kreuzernägel . .	1000	«	9	$5\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
Bodennägel:					
ganze	2000	«	7	4	2
halbe	3000	«	6	$3\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Bretternägel:					
ganze	4000	«	6	3	$1\frac{1}{2}$
halbe	6000	«	5	$2\frac{1}{2}$	1
Schloßnägel:		Rund, mit 4 Schlägen, oder auch ganz flach.			
ganze			4	$1\frac{3}{4}$	1
halbe			4	$1\frac{1}{2}$	1
Rahmnägel . . .		Dieselben Formen	$3\frac{1}{2}$	1	1
Leistennägel . . .		Zweilappig, die Lappen horizontal.	5	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Rohrnägel . . .		Zweilappig dachförmig.	5	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$
Schindelnägel (Schaar-Nägel):		Kantig breit gedrückt.			
ganze			3	2	$1\frac{1}{2}$
halbe			2	$1\frac{1}{2}$	1

16.

Die Güte aller verkäuflichen, im Bauwesen vorkommenden Nägel hängt hauptsächlich davon ab, daß sie aus dem zähesten, und doch nicht sehr weichen Eisen bestehen. Ihre Spitzen dürfen sich bei großem Widerstande nicht gleich abstumpfen, und krümmen, noch überhaupt die Schäfte bei mehrmaligem scharfen Biegen brechen. Auch muß der Kopf den stärksten Hammerschlägen Widerstand leisten. Nichts ist gewöhnlicher als Sprödigkeit und Brüchigkeit der Eisennägel. Oft ist das Eisen, woraus sie bestehen, durch

nachlässiges Schmieden, u. s. w., unganz, und bricht daher leicht, indem sich der Nagel spaltet, und häufig sind sie weder im Kopfe, noch im Schafte und in der Spitze fleißig und regelmäßig genug ausgebildet, was ein großer Fehler ist. Der Schaft soll stets regelmäßig rechtwinklig, vierseitig seyn, mit ebenen Flächen, allmählig in eine wohlgebildete, gerade Spitze auslaufend.

---

4) Versuche über die Festigkeit des Guß- und Stabeisens.

1) Rückwirkende Festigkeit.

a) Stabeisen.

Hierüber haben wir Versuche von Rondelet, denen zufolge Würfel von Stabeisen, 6 — 12 Linien auf jeder Seite groß, anfiengen, mit einer mittlern Belastung von 513 ℔. für die Quadratlinie ihrer Seite (für den Quadratcentimetre 4945 Kilogramme), zerdrückt zu werden. Das Eisen ist aber bei einer Höhe, welche das Dreifache seiner Dicke beträgt, eher geneigt sich zu krümmen, als sich zusammendrücken zu lassen.

b) Gußeisen.

Nach Versuchen von Reynold's wird ein Würfel, welcher ¼ Zoll (engl.) auf jeder Seite groß ist, aus grauem weichen Eisen bestehend, zerdrückt mit . . . 8,960 ℔. engl.
Aus Kanonen-Metall mit . 22,400 » »

Nach Versuchen von Rennie waren zum Zerdrücken von Gußeisen = Würfeln und Prismen folgende Gewichte nöthig:

Beschaffenheit des Eisens	Spezifisches Gewicht	Seite der Quadrat-Fläche	Höhe	Gewicht zum Zerdrücken.
		Zoll engl.	Zoll engl.	℔. engl.
1) Eisen aus der Mitte einer dicken Gußbarre, vom Bruche und Ansehen des Kanonen = Gußeisens	7,033	1/8	1/8	1440
2) Eisen aus einem kleinen Gusse, von dichtem Korne, und dunkelgrauer Farbe	6,977	1/8	2/8	2116
3) Eisen aus der vorigen dicken Barre		1/4	1/4	9773
4) Würfel aus Barren von liegendem Gusse	7,113	1/4	1/4	10114
5) Würfel aus Barren von stehendem Gusse	7,074	1/4	1/4	11137
6) Prismen verschiedener Höhe aus Eisen von liegendem Gusse . .		1/4	1/2	9449
			3/8	9006
			5/8	8845
			6/8	8362
			7/8	6430
			8/8	6321
7) Prismen aus Eisen von stehendem Gusse		1/4	3/8	9328
			5/8	8385
			6/8	7896
			7/8	7018
			8/8	6430

2) Absolute Festigkeit.

a) Stabeisen.

Nach Versuchen von Perronet mit quadratischen Eisen-Stäben von verschiedener Länge, und verschiedenem Durchmesser

betrug das zum Zerreissen erforderliche Gewicht auf einen Quadrat-Millimetre 42,9 Kilogr. im Mittel, und eben so das Gewicht von runden Eisenstäben 42,2 Kilogr. im Mittel.

Versuche von Soufflot und Rondelet mit Eisenstäben, deren Länge etwas mehr als 2 Fuß französisch betrug:

Beschaffenheit des Eisens.	Breite der Stäbe	Dicke der Stäbe	Gewicht zum Zerreissen	Gewicht auf 1 Qu.-Linie reduzirt.
	Linien	Linien	℔.	℔.
Das Eisen durchaus sehnig im Bruche	$2\frac{2}{3}$	$2\frac{1}{4}$	3542	590
Dasselbe Eisen	$2\frac{2}{3}$	2	3374	633
Das Eisen im Bruche etwas körnig	6	$2\frac{1}{2}$	6157	410
Das Eisen zu $\frac{2}{3}$ sehnig	5	$2\frac{1}{2}$	4874	390
Das Eisen zur Hälfte sehnig . .	$5\frac{1}{2}$	3	5524	335
Ganz sehniges Eisen	6	3	15600	866
Das Eisen zu $\frac{1}{3}$ körnig	6	3	7800	433
Mehr als die Hälfte körnig . .	6	3	5857	325
Nur wenig körnig	3	2	3635	606
Das Eisen ganz sehnig, 3 Linien im Durchmesser			6600	933
Das Eisen grobkörnig, ohne Sehnen.	4	4	2991	187
Von mittlerem Korne, ohne Sehnen.	4	4	3980	249
Feinkörnig, ohne Sehnen . . .	4	4	5840	365
Von mittlerem Korne, $\frac{1}{2}$ sehnig .	4	4	7200	450
Durchaus sehnig	4	4	10320	645
Von grobem Korne, $\frac{1}{2}$ sehnig . .	4	4	5840	365
Mittlere absolute Festigkeit auf eine Quadrat-Linie .				486.

Die mittlere Festigkeit auf einen Quadrat-Millimeter beträgt 46,8 Kilogr.

Einige Versuche von Minard und Desormes, mittels Hebelkraft:

Arten der Eisen-Proben.	Größe des Querschnitts im Bruche.	Gewicht zum Zerreißen.	Auf einen Quadrat-Millim.	Verhältniß der Ausdehnung zur ursprünglichen Länge
	Quad.-Millim.	Kilogr.	Kilogr.	
Quadrat-Eisen, von mittlerem glänzenden Korne	115	5115	44,5	0,13
Dasselbe Eisen, zusammengeschweißte Stücke	150	4520	40	
Rundeisen, von feinem Korne . .	78	3140	40,2	0,11
Quadrateisen, von feinem, graublaulichen Korne	138	4120	29,9	0,025
Dasselbe Eisen, 5 Minuten vor der Probe weißglühend gemacht . .	108	4620	42,8	0,185
Geschweißt und gegerbt	117	5020	42,9	0,135
Quadrateisen, zum Theil körnig, zum Theil sehnig	115	4120	35,8	0,07
Gegerbt und ausgereckt	121	5120	42,3	0,15
Dasselbe Eisen weißglühend gemacht, dann in kaltem Wasser abgeschreckt.	121	4520	37,3	0,08
Quadrateisen, in der Mitte sehnig, mit einer dünnen Schicht des Körnigen umgeben	700	22030	31,4	0,075

Nach andern Versuchen von **Minard** und **Desormes**, welche den Zweck hatten, die Verlängerung von Stabeisen-Stücken, deren ursprüngliche Länge 0,2 Millimetre betrug, bei allmählig verstärkter Belastung zu bestimmen, betrug diese im Mittel 0,086. Den Bruch bewirkte ein Gewicht von 39,8 Kilogrammen auf Millimetre-Basis.

Brunel erhielt durch Versuche mit kleinen Stabeisen-Stäben, welche ohngefähr $\frac{3}{8}$ Zoll von der Seite hatten, folgende Resultate — auf eine Oberfläche von 1 Quadratzoll englisch bezogen:

	Gewicht, womit die Stäbe sich dehnten.		Gewicht, womit der Bruch erfolgte.	
	Tonnen	Zentner	Tonnen	Zentner
1) Mittelwerthe aus 10 Versuchen mit dem besten engl. Eisen von Yorkshire	24	11	32	8
2) Aus 10 Versuchen mit Yorkshire-Eisen mittlerer Qualität . . .	22	4	30	8

Versuche von Séguin mit Stabeisen = Stäben von französischem Eisen:

Arten des Eisens	Breite der Stücke	Dicke der Stücke	Gewicht zum Zerreißen	Gewicht auf einen Quadrat-Millimetre.
	Millim.	Millim.	Kilogr.	Kilogr.
Eisen von Saint = Chamont, ausgewalzt	16	8	5611	43,8
Dasselbe	10	8	4133	51,7
Dasselbe, im Durchmesser 1 Centim.			3743	48
Eisen von Bourgogne	13	13	5226	30,4
Dasselbe, rothglühend gemacht, dann langsam abgekühlt	13,5	13,5	5435	29,7
Dasselbe in der Mitte abgehauen, die Enden zusammengeschweißt . .	13,3	13,3	5280	29,7
Dasselbe, eben so behandelt und noch gestreckt	10,15	10,15	5688	55,2
Dasselbe, noch mehr gestreckt und nicht geschweißt	4,5	4,5	1238	61
Sehr weiches Bandeisen	20,3	1,7	1541	44,7

Versuche von Telfort mittels einer hydraulischen Presse:

Art des Eisens.	Gewicht, womit das Eisen anfieng sich zu dehnen.	Gewicht, womit der Bruch erfolgte.		Gewicht auf 1 Quadrat-Zoll engl. bezogen.	
	Tonnen	Tonn.	Ztn.	Tonn.	Ztn.
Süd-Walliser-Eisen, $1\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser		43.	11	29.	6
Dasselbe Eisen, $1\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser		52.	$5\frac{1}{4}$	29.	16
Staffordshire-Eisen, $\frac{3}{4}$ Z. von jeder Seite	12	15.	$5\frac{3}{4}$	27.	3
Dasselbe Eisen, $1\frac{1}{12}$ Z. von der Seite	32	32.	6	27.	10
Walliser-Eisen, 1 Z. von der Seite	18	29.		29.	
Schwedisches Eisen, 1 Z. von der Seite	17	29.		29.	
Alte Eisenstücke, zusammengeschweißt, 1 Z. von der Seite	16	29.		29.	
Gemeines Staffordshire-Eisen, 1 Z. von der Seite	19	31.		31.	
Dasselbe, 2 Z. im Durchmesser .	45	100.		31.	16
Mittlere Festigkeit, auf einen Quadratzoll engl.				29.	$5\frac{2}{3}$.

Versuche von Brown mittels einer Hebelmaschine:

Arten des Eisens	Länge der Stücke		Ausdehnung vor dem Bruche	Gewicht zum Zerreißen		Auf einen engl. Quadratzoll bezogen.
	F.	Z.	Zoll	Ton.	Zt.	Tonnen
Schwedisches Eisen, von sehr feinem, dichtem Korne, $1\frac{5}{16}$ Z. von der Seite	3.	6	$0\frac{3}{16}$	40.	19	23,77
Dasselbe Eisen	3.	6	$0\frac{1}{4}$	39.	15	23,19
Dasselbe, $1\frac{3}{16}$ Z. von der Seite .	3.	6	3	33.	10	23,75
Dunkelgraues, altes, russisches Eisen $1\frac{5}{16}$ Z. im Durchmesser . . .	3.	6	$2\frac{1}{4}$	36.	2	26,55
Walliser-Eisen, $1\frac{1}{4}$ Z. von der Seite	3.	6	2	38.	1	24,35
Gewöhnliches Walliser-Eisen, von sehr feinem, dichten Korne, $1\frac{1}{8}$ Z. von der Seite	3.	6	0	31.		24,90
Walliser-Eisen, 2 Z. im Durchmesser	12.	6	$18\frac{1}{2}$	82.	15	26,30
« « $1\frac{2}{9}$ Z. im Durchmesser	5.		7	43.	10	26,34
Mittlere Festigkeit auf einen Quadratzoll engl.						25.

Versuche von Navier mit Eisenblech, welches nach der Richtung seiner Länge belastet wurde. Die Gewichte wurden unmittelbar an die untersuchten Stücke aufgehangen.

Blechstücke.	Breite.	Dicke.	Gewicht zum Zerreissen.	Auf einen Quadrat-Millimetre.
	Millim.	Millim.	Kilogr.	Kilogr.
Blech in der Richtung seiner Auswalzung (Länge) belastet	9	1,5	488	36,1
	6,3	1,5	374	39,6
	7,3	2,6	823	43,3
	8,3	2,4	905	45,4
	7,8	1,5	461	39,4
	7,3	2,3	686	40,9
Mittelgewicht				40,8
Blech in querer Richtung seiner Auswalzung belastet	6,1	1,0	241	39,5
	7,2	2,2	531	33,5
	7	1,5	351	33,5
	7,3	1,1	316	39,3
Mittelgewicht				36,4

Die Stücke fiengen an, sich zu dehnen unter der Hälfte, oder unter zwei Drittheilen der Belastung, welche zum Zerreissen erforderlich war.

Versuche von Dufour mit Eisendraht, welcher in der Richtung seiner Länge belastet wurde. Die Gewichte sind die Mittel-Zahlen von mehreren Versuchen mit derselben Draht-Sorte.

Draht-Sorten.	Durchmesser.	Gewicht zum Zerreissen.	Auf einen Quadrat-Millimetre.
	Millimeter	Kilogr.	Kilogr.
Draht aus der Fabrik von Ferriére,			
Nr. 4	0,85	48	84,4
« 13	1,9	196	69,1
« 17	2,75	382	64,3
« 19	3,7	776	72,2
Draht aus der Fabrik von Gingolf,			
Nr. 4	0,85	38,5	67,7
« 13	1,9	178	62,8
« 17	2,75	349	49,4
« 19	3,7	644	59,9

Um einen Cylinder von 4 Centimetre im Durchmesser gewunden, verloren diese Dråhte nichts an Festigkeit.

b) Gußeisen.

Versuche von Minard und Desormes mit cylinderischen Eisenståben von Gußeisen, deren specifisches Gewicht 7,074 betrug.

Nummer der Versuche	Temperatur	Querschnittsfläche	Gewicht zum Zerreissen	Auf einem Quadrat-Millimetre.	Nummer der Versuche	Temperatur	Querschnittsfläche	Gewicht zum Zerreissen	Auf einem Quadrat-Millimetre.
		Quadr. Millim.	Kilogr.	Kilogr.			Quadr. Millim.	Kilogr.	Kilogr.
1	— 6	330	3392	10,3	6	+ 3	147	1920	13,06
2	— 5	346	3542	10,23	7	+ 5	165	1920	11,63
3	— 5	363	3092	8,51	8	+ 5	165	2140	13,89
4	—15	363	3720	10,27	9	+ 5	165	2360	14,3
5	+ 60	353	4020	11,39					

Relative Festigkeit.

a) Stabeisen.

Versuche von Tredgold mit Eisenbarren von Stabeisen, welche in horizontaler Lage an beiden Enden unterstützt, in der Mitte belastet wurden. Die Långe derselben betrug 6 Fuß englisch, und die Entfernung der Stützen 66½ Zoll.

Arten des Eisens.	Gewicht auf 6 Fuß Långe	Größe der Senkung mit 58 ℔	114 ℔	170 ℔
	℔	Zoll	Zoll	Zoll
Englisches Eisen, ein quadratischer Stab von 1,25 Zoll	33	0,0625	0,1	0,1875
Dasselbe von 1,125 Zoll . . .	25	0,125	0,25	0,375
Dasselbe von 1 Zoll	20	0,15	0,32	0,5
Dasselbe, runder Stab von 1,25 Zoll	24	0,125	0,25	0,375
Dasselbe von 1 Zoll	17	0,25	0,5	0,8
Schwedisches Eisen, ein Quadratstab 1,2 Zoll	32	0,0625	0,125	0,19
Dasselbe von 1,125 Zoll . . .	27	0,08	0,161	0,25
Dasselbe von 1 Zoll	33	0,125	0,25	0,375

b) Gußeisen.

Versuche von Rondelet mit Gußeisen-Stäben von einem Zoll in's Gevierte, mittlere Resultate.

Arten des Eisens	Entfernung der Stützen	Belastung in der Mitte	Größe der Biegung.
	Zoll	℔	Linien
Garer (grauer) Guß	42	312	5,5
Weicher Guß	42	312	4,6
Garer Guß	21	450	1
Weicher Guß	21	450	0,875

Mittlere Resultate von Versuchen mit Gußeisenstäben englischen Gußeisens durch Tredgold.

Arten des Eisens	Entfernung der Stützen	Breite der Stäbe	Höhe derselben	Belastung	Erfolgte größte Senkung.
	Zoll	Zoll	Zoll	℔	Zoll
Weiches graues Gußeisen, leicht mit der Feile angreifbar, und etwas hämmerbar . . .	34	1	1	20	0,01
Gußeisen von M. Dowson	77	1,5	3	440	0,075
Dasselbe	77	3	1,5	360	0,25
Gußeisen von M. Bramah, etwas minder weich als voriges	36	0,9	0,9	180	0,183
Dasselbe	36	0,9	0,9	180	0,189
Dasselbe	36	0,75	0,976	180	0,255

Versuche von Rennie mit Gußeisenstäben, deren Durchschnittsfläche einen Quadratzoll betrug.

Arten der Eisenstäbe	Gewicht der Stäbe		Entfernung der Stützen		Gewicht zum Zerbrechen.
	℔	Unzen	Fuß	Zoll	℔
Ein Stab von 1 Quadrat-Zoll .	10	9	3	—	897
Derselbe	9	8	2	8	1086
Die Hälfte dieses Stabes . . .			1	4	2380
Ein einzölliger Quadrateisenstab, auf die Kante aufgelegt	9	8	2	8	851
Die Hälfte dieses Stabes . . .			1	4	1587
Ein Stab, 2 Zoll hoch, ½ Zoll breit	9	5	2	8	2185
Die Hälfte dieses Stabes . . .			1	4	4508
Ein Stab, 3 Zoll hoch, ⅓ Zoll breit	9	15	2	8	3588
Die Hälfte desselben			1	4	6854
Ein Stab, 4 Zoll hoch, ¼ Zoll breit	9	7	2	8	3970
Ein gleichseitiges Prisma, der Winkel oben	9	11	2	8	1437
Dasselbe, der Winkel unten . .	9	7	2	8	840
Die Hälfte des obigen Prismas .			1	4	3059
Die Hälfte des letztern			1	4	1656
Ein Stab von der Form eines ⊥, enthalten in einem Quadrat, die Seite 2 Zoll	10	0	2	8	3105
Ein Stab in Form einer halben Ellipse, enthalten in einem Rechteck von 4 Zoll Höhe und ¼ Zoll Breite	7	0	2	8	4000
Derselbe, in Form einer halben Parabel, der Scheitl nach unten .			2	8	3860

Nach andern Versuchen von Rennie mit Gußeisenstäben, welche an einem Ende befestigt, am andern frei waren, und mit einem Gewichte beladen, welches 2 Fuß 8 Zoll von der unterstützten Stelle aufgehangen wurde, betrug die Last, wodurch der Bruch erfolgte, auf einen quadratzölligen Stab 280 ℔ englisch, auf einen Stab von 2 Zoll Höhe und ½ Zoll Breite 539 ℔.

Versuche von **Rondelet** mit Gußeisenstäben, welche 1 Zoll ins Gevierte hatten.

Arten des Eisens	Entfernung der Stützen	Gewicht zum Zerbrechen	Mittel-Gewicht	Senkung im Augenblick des Bruches.
	Zoll	℔	℔	Linien.
Garer (grauer) Guß	42	450	450	6,25
Derselbe		450		6,75
Weicher Guß	42	650		15,78
Derselbe		1062	656	14
Derselbe		350		4,25
Derselbe		561		10,5
Garer Guß	21	540	795	1
Derselbe		1050		2
Weicher Guß	21	1650		5,25
Derselbe		1272	1461	2

Aus den hier angegebenen und andern Versuchen erhellt, daß die rückwirkende Festigkeit besonders groß ist bei Gußeisen, wenn die belasteten Stücke kurz genug sind, um sich nicht krümmen zu können. Die Last, welche zum Zerdrücken desselben nothwendig ist, wird bei den gemachten Versuchen im Ganzen ohngefähr 100 Kilogramme auf den Quadratmillimetre betragen. Man darf annehmen, daß es rathsam ist, das Eisen bei seiner Verwendung zu Bauzwecken mit dem vierten Theil des ganzen Gewichtes zu belasten, wodurch es zerdrückt würde. — Die absolute Festigkeit des Gußeisens ist nach den gemachten Versuchen nur auf 13 oder 14 Kilogramme auf den Quadratmillimetre zu schätzen. Aus den Versuchen über die absolute Festigkeit des Stabeisens geht hervor, daß die untersuchten Stücke eine Last von 40 Kilogrammen auf den Quadratmillimetre der Querschnittfläche trugen, und es dürfte rathsam seyn, Eisenstäben dieser Größen und Formen keine größere, dauernd wirkende Last aufzugeben, als 6 — 7 Kilogramme auf den Quadratmillimetre, und im Ganzen eine Last,

welche größer wäre, als 8 — 10 Kilogramme auf den Quadratmillimeter. Die Versuche über Eisendrähte dagegen haben bewiesen, daß solche Drähte bei 1 — 4 oder 5 Millimetre Querdurchschnitt im Mittel 60 Kilogramme tragen können, und sich Drähte in dieser Beziehung zu Stabeisen fast verhalten wie 100 : 53. Die Belastung dieses Eisens beim Bauen darf ebenfalls nur den vierten Theil der Gesammtlast betragen, wodurch der Bruch erfolgen würde. Gußeisen gewährt aber überhaupt in dieser Hinsicht wenig Sicherheit. Die relative Festigkeit vom Gußeisen kann zu 10 Kilogrammen auf den Quadratmillimetre angenommen werden, und die des Stabeisens zu 13 Kilogrammen.

Aus den angezeigten Versuchen geht auch deutlich hervor, daß die Festigkeit des Stabeisens zum Theil wenig bedeutende Veränderungen erleidet durch die mechanische Bearbeitung, durch Dehnen und Strecken mit dem Hammer, durch Walzwerke oder durch den Zug.

Aus zahlreichen Versuchen, welche Lagerhjelm mit schwedischem Eisen machte, erhellt, daß das Eisen durch Auswalzung stets eine gleichförmigere Dichtigkeit erlange, und durch Hämmern diese oft ungleichförmig wird, wodurch leicht brüchige Stellen entstehen. Durch die Auswalzung wird die sehnige Textur des Eisens nicht zerstört, wie es oft durch den Hammer geschieht. Die Elastizität bleibt sich in beiden Fällen gleich, allein das gewalzte Eisen trägt weniger Gewicht, wenn dieses eine lang anhaltende Verlängerung bewirkt. Die Widerstandsfähigkeit gegen den Bruch in Folge der Dehnung des Eisens würde nach obigen Versuchen unabhängig von der Art der mechanischen Behandlung desselben seyn. Sie bleibt sich gleich bei sprödem, wie bei weichem, bei sehnigem, und nicht sehnigen Eisen. Die Elastizität erleidet durch die Wirkung des Härtens keine Veränderung. Die Verlängerung vor dem Bruche kann bei sehr dehnbarem Eisen 0,27 der ursprünglichen Länge betragen. Der Querdurchschnitt ist dabei auf 0,722, und das specifische Gewicht um 0,01 vermindert. Unmittelbar vor dem Bruche erhitzt sich das Eisen, vorzüglich das weiche, und oft erfolgt der Bruch mit Funkenbildung. Eine bedeutende Belastung — bis zu 18 Kilogrammen auf den Quadrat-

millimetre — vermag die Elastizität des guten Eisens nicht aufzuheben. Es zieht sich nach Hinwegnahme dieser Last wieder auf seine alte Länge zurück. Die Verlängerung nimmt auch innerhalb der Wirkung von 12—36 Stunden nicht zu.

Eben so entschiedenen Einfluß üben in dieser Hinsicht die Dimensionen und Formen, dann die innere Textur des Eisens, die gleichartige oder ungleichartige Beschaffenheit desselben aus. Im Verhältniß mit der Festigkeit steht die Biegsamkeit und Streckbarkeit des Metalls. Je größer diese ist, desto mehr Belastung verträgt es, daher bei den Versuchen sorgfältige Rücksicht auf die Größe der Biegung oder Senkung, oder die Verlängerung genommen wurde, welche bei bestimmten Lasten erfolgte, wobei es auch von größter Wichtigkeit ist, ob die Belastung allmählig oder steigend, oder plötzlich, vorübergehend, oder anhaltend wirkt. Beim Gußeisen hat auf die Festigkeit auch die Art des Gusses Einfluß, insoferne nämlich das Eisen durch die Form, in welche es beim Gusse kömmt, mehr oder minder abgeschreckt wird, wie man sagt, oder der Guß ein horizontaler, liegender, oder Heerdguß in feuchtem Sande, oder ein senkrechter, stehender in Kästen, und hier wieder in feuchtem Sande, oder in trockener Masse geschah. Daß die Temperatur beim Schmelzen, die schnellere oder langsamere Abkühlung des Metalls, das Ausglühen nach jedesmaliger Bearbeitung einen Einfluß auf dasselbe haben, ist schon früher bemerkt worden. Die Wirkung des Ausglühens äußert sich besonders bei Draht, indem geglühter Draht fast etwas über die Hälfte mehr trägt, als nicht geglühter.

II. Vom Kupfer, Zink, Messing und Blei.

1.

Das Kupfer wird auf den Kupferhütten aus den häufig vorkommenden Kupferkiesen und Fahlerzen, dann Malachit und Kupferlasur durch sehr weitläufige Operationen dargestellt, welche in einem mehrmaligen Rösten und Umschmelzen der Erze in Flammöfen bestehen, wodurch zuletzt ein Produkt geliefert wird, das man

Schwarzkupfer nennt, welches noch sehr unrein ist, und 4 Proz. Eisen, etwas Schwefel, Antimon, Silber rc. enthält, daher man selbes zuletzt ebenfalls noch in einem Flammofen raffinirt, oder in Garkupfer umwandelt. Das auf dem Heerde desselben niederschmelzende Kupfer wird auf der Oberfläche durch Besprengen mit kaltem Wasser zum Erstarren gebracht, und dann die jederzeit erstarrte Kruste in dünnen runden Scheiben abgehoben oder abgerissen, was man daher Scheibenreissen nennt. Das hiedurch erhaltene Kupfer, welches auf der Seite, wo es abgerissen wird, viele rosenförmige Erhöhungen hat, und bunt angelaufen ist, heißt Rosettenkupfer, und kömmt als solches schon in den Großhandel, kann aber nicht durch den Hammer, durch Walzwerke u. s. w. verarbeitet werden, weil es noch zu wenig Dehnbarkeit besitzt, vorzüglich durch Einmengung von Kupferoxydul, das sich beim Garmachen durch den Windstrom erzeugt. Von dieser Beimengung muß es durch abermaliges Umschmelzen auf einem Heerde zwischen Kohlen gereiniget werden. Dieß heißt man das Hammergarmachen. Das hammergare Kupfer gießt man in Formen zu dicken Platten oder Blöcken, und so bekömmt man Platten- oder Blockkupfer, welches wieder käuflich in den Handel kömmt, und nun unter den Hammer kommen kann, aber nie ganz reines Kupfer ist.

2.

Die natürlichen Eigenschaften dieses Metalls hängen sehr von seiner verhältnißmäßigen Reinheit ab. Vorzüglich reines Kupfer hat eine schöne fast rosenrothe Farbe. Es besitzt ein spezifisches Gewicht von 8,48 bis 8,92. Ein Kubikfuß kann 377,4—396 ℔. bayrisch wiegen je nach seiner Reinheit, und je nachdem es durch Bearbeitung verdichtet ist. Seine Härte steht der des Eisens weit nach, und es ist um so weicher, je reiner. Es gehört zu den dehnbarsten und geschmeidigsten Metallen, und läßt sich auch im kalten Zustande leicht biegen, und mit dem Hammer bearbeiten. Auch steht es dem Eisen an absoluter Festigkeit nach. Doch ist selbe bedeutend. Man schätzt sie bei gehämmertem oder gewalzten Kupfer auf 22,117 bis 29,373 ℔. für den Quadratzoll, bei hart gezogenem Draht auf

30,422—59,708 ℔., bei geglühtem Draht 24,040—25,352 ℔., bei gegossenem Kupfer auf 15,399—29,110 ℔. Es schmilzt das Kupfer im Anfang der Weißglühhitze, gibt aber nur blasige, poröse Güsse. Im Feuer erhält es Regenbogenfarben, dann einen braunen Ueberzug, welcher Kupferoxydul ist, und später fast schwarz (Kupferoxyd) wird, sogenannter Hammerschlag. An der Luft läuft es an, und es bildet sich nach und nach an seiner Oberfläche ein grünes Oxyd (kohlensaures Kupferoxyd). Dieses Oxyd ist aber sehr fein zertheilt, und gestattet der Luft keinen so ungehinderten Zutritt mehr, wie der lockere Eisenrost, daher Kupfer, einmal damit bedeckt, nicht weiter durch selbes an der Luft zerstört werden kann.

3.

Man erhält dieses Metall von verschiedener Güte aus mehreren Ländern, theils als Rosetten-, theils als Platten- oder Blockkupfer, dann in Blechen und Drähten. Außer England produzirt Rußland das meiste und beste Kupfer. Der Malachit vom Uralgebirge und die Kupferlasur aus einer Formation des Weißliegenden geben das reinste Kupfer, welches man in dem europäischen Handel kennt.*) Ein sehr gutes, dehnbares Kupfer liefern auch die Kupferwerke in Sangerhausen im Mannsfeldischen. Aus Ungarn kömmt sehr viel Kupfer, welches aber an Dehnbarkeit dem mannsfeldischen nachsteht. Vorzüglich reines, sehr dehnbares Kupfer ist das französische von Chessy bei Lyon, welches aber nicht in den deutschen Handel kömmt.

4.

Von den Kupferblechen hat man: 1) Dachblech, gewöhnlich $\frac{1}{3}$ Linie stark, eine Tafel 3 Fuß rheinländ., und $2\frac{1}{2}$ F. bayr. lang, $2\frac{1}{2}$ F. rheinländ., und $2\frac{1}{2}$ bayr. breit, 10 ℔. rheinländisch und 7 ℔. bayrisch schwer, wovon auf den Quadratfuß etwa 1 ℔. kommt. 2) Rinnenblech, wenigst $\frac{1}{2}$ Linie stark, die Tafel 5 F.

*) Das ächte japanische Kupfer, welches als das reinste ausgegeben wird, und aus Japan nach Ostindien kam, dann in England nachgemacht, und so nach Ostindien verschickt wurde, kömmt im Handel nicht mehr vor.

bayrisch lang, und 15 Zoll bayrisch breit, etwa 6—7 ℔. schwer, wovon auf den Quadratfuß wenigst 1½ ℔. kommen. 3) Schlauchblech, eine Tafel 6 Fuß lang, 10—18 Zoll breit, im Durchschnitt 2 ℔. schwer. 4) Schiffsblech, eine Tafel 7—8 Fuß lang, 2½ Fuß breit, von der Stärke des Dachbleches. 5) Pfannenblech und Malzbarrenblech, eine Tafel 12 F. lang, 6 F. breit, 9 Linien dick und 4 Zentn. schwer, u. s. w. Kupferdrähte werden in Ringen von 1, 5, 10, 20 und 25 ℔. verkauft. Sie kommen bekanntlich von außerordentlicher Feinheit bis zu einer Stärke von 10 Linien vor. Die stärkern Sorten abwärts, bis zum Durchmesser von 0,05 Zoll heißen im Handel Musterdrähte, die übrigen auf den Schelben gezogenen, Scheibendrähte. In Hinsicht auf Stärke beginnen die Musterdrähte mit Nr. 1 und gehen bis Nr. 30 und 48, die Scheibendräthe beginnen mit der letzten Nummer, Nr. 36, und gehen bis Nr. 6, als der ersten Nummer.

5.

Die Kupferbleche und Drähte, wovon die ersteren wegen ihrer ungemeinen Dauer die besten Bleche zum Dachdecken, zu Dachrinnen u. s. w. sind, müssen sich durch große Dehnbarkeit auszeichnen, daher sich noch viel leichter und noch stärker biegen lassen, als Eisenbleche, und Drähte, ohne zu brechen. Im Uebrigen müssen sie dieselben Eigenschaften besitzen, glatte, reine Oberflächen, gleichmässige Stärke u. s. w. haben.

6.

Das Zink wird aus Zinkspath, Galmei, kohlensaurem Zinkoxyd, und Zinkkieselerz dargestellt. In neuerer Zeit dient auch Zinkblende oder Schwefelzink zur Produktion desselben. Man unterwirft diese Erze einer Röstung, wobei das metallische Zink verflüchtiget und als Tropfzink oder Werkzink erhalten wird. Dieses wird dann zusammengeschmolzen, und in Formen von Gußeisen zu Platten oder breiten Stäben gegossen, und so kommt es als Gußzink in den Handel. Es hat eine ins Bläuliche ziehende graulich weiße Farbe, und lebhaft silberglänzenden Bruch. Dieser ist krystallinisch blättrig- strahlig, so lange es noch keinen Druck durch Walzen u.

s. w. erlitten hat. Das spezifische Gewicht schwankt bei dem käuflichen Zink zwischen 6,85 und 7,00, steigt aber bei Blech und Draht bis 7,2 und 7,3. Ein Kubikfuß wiegt dann 304 bis 324 ℔. Es ist nicht besonders hart, aber geschmolzen und wieder erkaltet so spröde, daß es unter Hammerschlägen in Stücke springt, und sich selbst mit der Hand brechen läßt. In der Kälte besitzt es unbearbeitet keine Dehnbarkeit, wird jedoch dehnbarer, wenn sein krystallinisches Gefüge durch Walzen zerstört ist. In der Wärme wird es vollkommen dehnbar, läßt sich dann walzen, ziehen und biegen, und ist bei einer Temperatur von ohngefähr 120° R. am dehnbarsten, wird dagegen bei 160° R. wieder so spröde, daß es sich in einem Mörser stoßen läßt. Seine absolute Festigkeit ist nur gering, und beträgt bei Gußzink für den Quadrat zoll ohngefähr 2185,5, bei Blech und Draht 14,599 bis 17,309 ℔. Es oxydirt an der feuchten Luft, überzieht sich mit einem weißlich grauen Oxyd, und wird matt. Bei einer Hitze von 329° R., welche geringer ist, als die der anfangenden Rothglühhitze schmilzt es schon, verwandelt sich bei starker Rothglühhitze in Dampf, und ist daher destillirbar, in der Weißglühhitze an der Luft aber verbrennt es mit grünlicher Flamme unter Ausstoßung eines weißen Rauches, Zinkoxydes. (Zink=Blumen.)

7.

Es wird zu Blechen von verschiedener Größe und Stärke ausgewalzt, und zu Draht gezogen, auch zu Gußwaaren und zu einer Legirung des Eisens, Verzinkung, wie Zinn benützt. Zinkbleche kommen von 2—6 Fuß Länge und 18—36 Zoll Breite vor, und zwar Dachbleche, Rinnenbleche und sogenannte Musterbleche. Das österreichische Hüttenamt Achenrain in Tyrol liefert 18 Sorten, wovon die stärkste Nro. 1 ist, und 0,169 Zoll Dicke hat, ein Quadratfuß 6 ℔. 8 Loth schwer, die dünnste Sorte, Nro. 18, ist 0,004 Zoll dick, und 1 Quadratfuß 1½ Loth schwer. Es lassen sich die Zinkbleche wegen ihrer Sprödigkeit in der Kälte immer schwieriger zu Dachrinnen und zur Deckung von Dächern u. s. w. benützen, als Kupfer= und Eisen=

bleche. Um an ihren Rändern gebogen, oder gefalzt zu werden, müssen selbe erst bis zu einem gewissen Grade erwärmt werden. Dieß hat man anfänglich auch bei Dachbedeckungen durch Hülfe eines tragbaren Ofens, und mit Wärmezangen versucht. Da aber dieses Verfahren zu umständlich und unsicher ist, hat man später den Zinkblechen eine entsprechende Form als Dachplatten gegeben, und selbe theils durch Ineinanderschiebung der Ränder, theils durch verzinkte Nägel, und an der Rückseite angelöthete bandförmige Zinkstreifen zu befestigen gesucht. Dieß scheint um so zweckmäßiger, weil das Zink sich beim Temperaturwechsel sehr stark verändert, und in Folge starker Ausdehnung leicht Risse bekömmt, in welche dann das Wasser eindringt, nnd zur Oxydation des Metalls Veranlassung gibt. Zinkdächer sind auch bei Feuersgefahr bedenklich. Indeß wird wegen der großen Wohlfeilheit dieses Metalles da, wo es in der größten Menge produzirt wird, viel Gebrauch davon gemacht. In neuerer Zeit hat man noch eine andere, großen Nutzen versprechende Anwendung hievon empfohlen, nämlich Eisen zu verzinken, und so gegen den Rost zu schützen. Diese Verzinkung hat eine Aehnlichkeit mit der Verzinnung, kann ganz im Großen ausgeführt werden, und schützt das Eisen noch besser, als die ungleich kostspieligere Verzinnung. Man nannte das in dieser Hinsicht zuerst bekannt gewordene Verfahren eine Galvanisirung, findet aber, daß das Eisen an unbedeckten Stellen rostet, wie bei nachlässiger fehlerhafter Verzinnung, mithin die galvanische Wirkung selbes gegen den Rost nicht beschützt. Man bezweckt auf der Oberfläche des Eisens eine Metall=Legirung von Zink, Quecksilber und Natrium hervorzubringen, welche eine große Verwandtschaft zum Eisen hat, und daher unter allen Umständen sehr dauerhaft ist *). Es ist diese Verzinkung, die auch noch einen besondern firnißartigen Ueberzug erhalten kann, von großer Wichtigkeit auch für Eisen, das mit Wasser, selbst mit Meerwasser in Berührung kömmt, vorzüglich auch für Nägel, die zur Befestigung von Dachziegeln dienen u. s. w.

---

*) S. Dinglers polytechnisches J. Bd. 84 S. 46.

8.

Das meiste Zink, Gußzink, und vorzüglich Blechzink kommt aus den preußischen Staaten, aus dem Norden Schlesiens, der Gegend von Rybnick, u. s. w. Sonst war Goslarer Zink sehr gesucht. Auch aus Böhmen und Tyrol kömmt selbes in den bayrischen Handel.

9.

Das Messing ist die bekannte Legirung von Kupfer und Zink, welches man durch unmittelbares Zusammenschmelzen der beiden Metalle meist in Tiegeln erzeugt. Gewöhnlich nimmt man dazu 2 Theile Kupfer und 1 Theil Zink. Das auf solche Art in dicken Platten gewonnene Messing enthält meist Eisen, und hat oft eine sehr ungleiche Textur. — Alles Messing, welches nicht zu viel Kupfer oder Zink enthält, hat eine angenehm eigenthümlich gelbe Farbe. Im ersten Falle ist es röthlich (Goldmessing, Tomback u. s. w. genannt), im zweiten Falle ist es blaßgelb, oder es nähert sich seine Farbe dem Graulichen. Der Bruch des Gußmessings ist strahlig, des Blech- und Drahtmessings feinkörnig-sehnig. Es nimmt durch Politur leicht Spiegelglanz an. Es ist härter, als Kupfer, und gibt diesem, wenn es nicht zu viel Zink enthält, an Dehnbarkeit nichts nach, wie die außerordentlich feinen Messingblech- und Draht-Sorten beweisen. Durch viel Zink wird es spröde. Es ist sehr geschmeidig und dehnbar in der Kälte, im Glühzustande aber wird es spröde. Gußmessing, welches noch nicht weiter bearbeitet wurde, ist auch in der Kälte spröde, und läßt sich brechen. Auch Bleche und Drähte müssen nach der Bearbeitung auf dem Walzwerke und dem Drahtzuge noch einmal geglüht werden, um sehr biegsam und dehnbar zu seyn. Das spezif. Gewicht schwankt zwischen 7,82 — 85,1. Ein Kubikfuß von Gußmessing kann zwischen 346 — 377 ℔. wiegen. Die absolute Festigkeit beträgt für Gußmessing auf den Quadratzoll 13,987 ℔. und steigt bei Draht zu 36,716 ℔., für dünne Drähte kann sie bis 87,857 ℔. steigen. An der Luft, und besonders durch Einfluß von Säuren, oxydirt Messing noch weniger als Kupfer. Es schmilzt leicht, bei 737° R. wenn es aus 3 Thl. Kupfer und 1 Zink besteht, und eigne

sich vortrefflich zum Gusse. Beim Glühen unter Luftzutritt überzieht es sich mit einem schwärzlichen Oxyd, welches man durch eine verdünnte Säure zu entfernen pflegt. Durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure wird auch seine Farbe allmählig höher und röther, in Folge der vorzugsweisen Auflösung seines Zinkes durch die Säure.

10.

Es kömmt zu dicken Platten gegossen, zunächst als Platten- oder Gußmessing vor, welches auch zerbrochen als Stückmessing verkauft wird, dann in Blechen und Drähten. Den wichtigsten Theil der Messingwaaren bilden die Bleche. Diese kommen theils mit dem schwarzen Oxyd, welches sie beim letzten Durchzug angenommen haben, theils ohne diesem oder blank gebeitzt, in die Handlungen, d. i. als Schwarz- oder als Lichtmessing. Nach der Stärke, und den verschiedenen Dimensionen der Tafeln unterscheidet man 2 Hauptgattungen, nämlich Tafelmessing und Rollmessing. Unter dem erstern sind alle stärkern Messingbleche begriffen, welche der Länge nach unter einem Winkel zusammengebogen werden, und eine sehr verschiedene Ausdehnung in die Länge bei fast gleicher Breite haben. Zum Rollmessing gehören die dünnen Messingbleche, welche nach ihrer Länge zusammengerollt werden können, und bei einer sehr veränderlichen Breite fast dieselbe Länge haben. Die Länge des Tafelmessings steht im Verhältniß zur Stärke desselben. Das dickste hat die geringste Länge, und wird höchstens Einmal umgebogen. Mit der Länge der Tafeln nimmt die Anzahl der Büge zu 2, 3, 4, 5 u. s. w. zu. Man unterscheidet daher Tafelmessing mit 1, 2, 3 Bug u. s. f. und sieht deßwegen auf die Zahl dieser Büge, weil sich hiernach die Stärke des Bleches richtet, und selbe die Numerirung der verschiedenen hieher gehörigen Blech-Sorten vertretten. Man hat solcher Sorten oder Nummern des Tafelmessings gewöhnlich 10—11. Meistentheils hat Nr. 1 oder 1 Bug blos eine Länge von 42—45 Zoll, bei einer Breite von 7 Zoll. Die Dicke beträgt aber $^3/_4$ Linien. Das Gewicht eines Quadratfußes einer solchen Tafel schätzt man auf $2^1/_2$—3 ℔. Die letzte Num=

mer, Nr. 10 oder 11, oder 10 oder 11 Bug, hat eine Länge von 13—16 Fuß, bei einer Breite von $9\frac{1}{2}$ bis 10 Zoll, und die Dicke geht bis auf $\frac{1}{7}$ Linie. Der Quadratfuß wiegt nur mehr 15—20 Loth. Diese Tafeln kommen schwarz oder licht vor, die lichten auf einer Seite blank geschabt. Von Rollmessing hat man gewöhnlich 9 Nummern, wovon Nr. 1 bei einer Länge von $20\frac{1}{2}$ F. nur $4\frac{1}{2}$ Z. breit, Nr. 9 aber $17\frac{1}{2}$ Zoll breit ist, und 4mal dünner, als das dünnste Tafelmessing. Die Nummerirung geschieht bei denselben durch Aufdrückung des Fabrikzeichens. Im Ganzen ist das Gewicht einer Tafel des Tafelmessings und des Rollmessings dasselbe, und wird auf 5—6 ℔. geschätzt. Alles Rollmessing ist nur Lichtmessing, und meist blank geschabt. Außer diesen gewöhnlichen Messing-Blech-Sorten gibt es noch besondere Arten, welche in der Stärke und den Maaßen hievon abweichen, z. B. Sattelmessing, welches einmal sattelförmig gebogen wird, aber noch dicker und breiter ist, als Tafelmessing mit 1 Bug.

Der vielfältige Gebrauch, den man von Messingblech macht, ist bekannt. In neuerer Zeit ist schon mehrmal darauf aufmerksam gemacht worden, daß es sich zum Dachdecken sehr gut, besonders für Salinen und andere Gebäude, wo sich saure Dämpfe u. dgl. erzeugen, eignen würde. Denn es hat außer den übrigen Vorzügen vor dem Kupfer, nämlich Wohlfeilheit, größerer Härte, und Festigkeit, geringern spezifischen Gewicht und seiner Dehnbarkeit im kalten Zustand, auch noch den Vorzug außerordentlicher Dauer. Es wird nicht einmal von salzsauren Dämpfen u. dgl. merklich angegriffen*).

11.

Die gewöhnlichen Messingdrähte kommen, wie die Eisendrähte, in Ringen vor, und werden wie die Kupferdrähte in Musterdrähte (die stärkeren Sorten) und in Scheibendrähte sortirt, welche beide Sorten verschiedene Nummern enthalten. Erstere enthalten 40 bis 48 Nummern, letztere fangen mit Nro. 6 an, und gehen mit Weglassung der ungeraden Zahlen bis 30 und 36

---

*) S. Dinglers polyt. J. Bd. 94 u. a. O.

Die Dicken sind bei dieser Nummerirung in den Fabriken sehr verschieden. Für Blitzableiter wird in der Regel Draht von Nr. 6. zu einer Stärke von einer Linie genommen, und 7fach zusammengedreht. Ein 10 Fuß langes, solches Messingseil wiegt 1 ℔. bayrisch. Uebrigens kömmt Messingdraht theils schwarz, theils licht vor. Der erstere ist weicher und biegsamer, weil man ihn nach dem letzten Zug durch das Zieheisen noch einmal glüht. Der lichte kann auch solcher seyn, und nur blank gemacht durch die Beitze oder geschabt; dann nennt man selben auch lichtweich, oder er ist nach dem Glühen gebeitzt, und noch mehrmal gezogen, dann nennt man ihn lichthart. Dieser besitzt besondere Härte und Elastizität.

12.

Das meiste Messing, besonders Blech, kömmt in den bayrischen Handel von Nürnberg und Augsburg. Auch gibt es in Deutschland noch andere berühmte Messingfabriken, z. B. im Bezirke von Jülich und Aachen. Im oberbayrischen Handel kam sonst auch häufig Tyroler-Messing von Achenrain, und Salzburger-Messing vor, welches man aber minder schätzt, als Nürnberger und Augsburger. Das erstere wird zu gewissen Zwecken allen andern Sorten vorgezogen, doch am häufigsten Augsburger-Messing, als etwas wohlfeiler, verkauft.

Man beurtheilt die Güte der Messing-Waaren nach der schönen gelben Farbe, einem gleichförmig feinkörnigen Bruche, und Mangel an Sprödigkeit bei hinlänglicher Härte und Festigkeit.

13.

Die Bronce ist eine Legirung, welche mehr als jede andere zum Guß im Großen, zum Monumenten-Guß, Glockenguß u. s. w. taugt. Man stellt selbe dar, blos aus Kupfer und Zinn, oder aus Kupfer und Zinn mit einem Zusatz von Zink oder Messing. Zufällig oder durch Zusatz enthält selbe oft auch etwas Blei. Die Farbe ist mit viel Kupfer goldröthlich, mit mehr Zinn speisgelb, und mit viel Zinn weißlich oder stahlgrau. Goldgelbe Bronce gibt eine Mischung von 19 Th. Kupfer, und 1 Th. Zinn. Die Mischungen zum Monumentenguß bestehen gewöhnlich aus Kupfer, Zinn, Zink

und etwas Blei, z. B. 100 Th. Kupfer, 2 Th. Zink, $1\frac{1}{2}$ Th. Blei, oder 100 Th. Kupfer, 5 Th. Zinn, 12 Th. Zink, 4 Th. Blei. Zum Glockenguß für Thurmglocken empfiehlt man 100 Th. Kupfer und 25 Th. Zinn, von welcher Mischung 1 Kubikfuß ohngefähr 570 ℔. wiegt.

14.

Vor dem Kupfer muß sich die Bronze durch größere Härte, Schmelzbarkeit, und lebhaftern Klang auszeichnen. Sie kann den Fehler zu großer Sprödigkeit haben.

15.

Das Blei wird fast nur aus dem sogenannten Bleiglanz oder aus Schwefelblei dargestellt. Diese Darstellung ist nach der sehr verschiedenen Natur des Bleiglanzes, welcher unter sehr verschiedenen Verhältnissen mit andern metallischen und nicht metallischen Mineralien vorkömmt, eine sehr verschiedenartige und komplicirte. Da es Bleierze gibt, welche begleitet sind von Erd- und Metall-Salzen, z. B. kohlensaurem Kalk, kohlensauren Zink, dann Eisenoxydul u. s. w., und andere, welche Quarz und quarzige Mineralien enthalten, welche letztern Erze sich nicht so leicht reduziren lassen, wie die erstern, welche sich schon von selbst an der Luft zersetzen, so ist auch das Verfahren in der Darstellung des Bleies aus solchen Erzen ein im Ganzen doppeltes. Die nicht quarzigen Erze werden in Flammöfen einer bloßen Röstung unterworfen, und ohne Zuschlag bei immer steigendem Feuer reduzirt. Nur wenn sie auf Schachtöfen gebracht werden, setzt man ihnen granulirtes Eisen als Reduktionsmittel bei. Die quarzigen Erze schmilzt man blos auf Hochöfen nieder, mit einem Zuschlag von sogenanntem Rohstein, welcher bei der Roharbeit künstlich erzeugt wird, größtentheils aus Schwefeleisen und Schwefelblei besteht, und die Ausscheidung des Bleies bewirkt.

16.

Das Blei, welches auf solche Art gewonnen wird, kömmt sogleich in den Handel, wenn es nicht bedeutend silberhaltig ist,

und heißt in diesem Falle Kaufblei. Oft aber enthält es so viel Silber, daß es noch eine weitere Behandlung lohnt, die man das Abtreiben nennt, wobei man das Blei in Oxyd, sogenannte Silberglätte verwandelt, wodurch sich das Silber ausscheidet. Solches silberhaltiges Blei nennt man Werkblei. Die hiebei erhaltene (als Flußmittel bei Glasuren dienliche) Glätte kömmt zum Theil für sich in den Handel, theils wird selbe einem Frischproceß unterworfen, und zu Blei wieder reduzirt. Man erhält aber das Blei aus dem Kauf- und Werkblei nicht rein. Es enthält oft noch 1—2 Prozent fremde Metalle, z. B. Kupfer, Antimon, Spuren von Silber u. s. w. Oft ist selbes, aus antimonhaltigen Erzen abgeschieden, bedeutend antimonhaltig, oder überhaupt bedeutend unrein, wenn es aus der beim Abtreiben des Bleies zuerst sich bildenden unreinen schwarzen Glätte, die man durch den sogenannter Abstrich entfernt, erzeugt wird. Solches Blei zeichnet sich durch Härte aus, heißt daher Hartblei oder Abstrichblei, und kann, insoferne es in den Handel kömmt, nur zu gewissen Zwecken, z. B. zu Schrotfabrikation und zum Schriftgießen benützt werden.

17.

Die natürlichen Eigenschaften, wodurch sich dieses Metall auszeichnet, hängen sehr von seiner Reinheit ab. Es hat eine bläulich-weiße Farbe, aber nur auf ganz frischen Flächen, denn es läuft sehr bald an, wird dann graulich, und verliert seinen anfangs lebhaften, fast silberartigen Glanz vollkommen. Ausgezeichnet ist selbes durch sein specifisches Gewicht, welches 11,33 bis 11,37 selbst bei verunreinigtem Blei beträgt, bei reinem ist es noch viel größer. Ein Kubikfuß wiegt 503 — 505 ℔.

Seine Bruchfläche hat nichts Auszeichnendes, es sieht im Bruche gleichartig, wie geschmolzen aus. An Härte steht es allen andern Metallen weit nach. Es läßt sich bekanntlich schon mit dem Messer leicht schneiden, und nimmt den Eindruck des Nagels an. Seine Weichheit ist um so größer, je reiner es ist. Seine Härte nimmt selbst durch Bearbeitung nicht merklich zu. Dabei zeigt es aber große Dehnbarkeit. Es bricht reines Blei erst nach oft wiederholtem Biegen, läßt sich bedeutend unter Hammer und Walz-

werk ausstrecken und zu Draht ziehen. Nahe bis zum Schmelzen erhitzt, wird es so spröde, daß es durch Hammerschläge in Stücke zerbricht. Es ermangelt aller vorzüglichen absoluten Festigkeit. Diese beträgt für Gußblei nur 699 — 847 Ѭ. für den Quadratzoll. Es schmilzt schon vor dem Glühen bei 250° R. und oxydirt dabei unter Luftzutritt sehr schnell, indem es sich anfangs mit einer regenbogenfarbigen Haut überzieht, dann in graues Suboxyd (Bleiasche), hierauf in gelbes Oxyd (Bleigelb, Massikot) und endlich in rothes Oxyd (Mennig) verwandelt. In starker Glühhitze geht es in Dampfform über, wird auch durch Säuren sehr leicht zersetzt, und durch Kohlensäure in sogenanntes Bleiweiß verwandelt.

18.

Es kömmt im Handel in großen Blöcken, oder in Mulden, und wird zu Platten gegossen, die $\frac{1}{4}$—1 Zoll dick sind, und dann unter Walzen ausgewalzt werden. Man bildet dadurch Bleche von den verschiedensten Dimensionen bis zu 6 Fuß Breite, die gewöhnlich mit $\frac{1}{12}$ Linie Dicke, (1 Strich) anfangen, und in etwa 18 Nummern bis zu $3\frac{1}{2}$ und 4 Linien fortgehen. Es werden aus Blei auch Röhren von beliebigem Durchmesser und beliebiger Länge erzeugt, indem man es in Zylinder eingießt, und mittels eines Stempels durch eine mit einem Dorn versehene Oeffnung herausdrückt, und dann wieder frisches nachgießt u. s. w.

19.

England erzeugt das reinste und vorzüglichste Blei. Auch spanisches Blei wird gerühmt, kömmt aber wenig mehr in den Handel. Von den deutschen Ländern liefert Blei am Meisten, und von vorzüglicher Qualität Oesterreich, besonders Kärnther-Blei vom Bleiberg bei Villach. Solches Blei befand sich sonst nebst Tyroler-Blei fast ausschließlich im bayrischen Handel. Man gab dem Villacher Blei, wovon wieder die vorzüglichste Qualität

---

*) S. Kunst- und Gewerbeblatt Jahrg. 1846.

das sogenannte Jungfernblei ist, in Hinsicht auf Weichheit, Dehnbarkeit u. s. w. den Vorzug. Auch das sächsische Blei von Freiberg wird wegen seiner Reinheit gerühmt.

20.

Die Benützung des Bleies im Bauwesen ist immer noch von Bedeutung. Man verwendet es zwar wenig mehr zum Dachdecken. Daß es aber für diesen Zweck auch in Hinsicht auf große Dauer gute Dienste leistet, beweisen die noch von älterer Zeit her mit Blei eingedeckten Gebäude, z. B. die berühmte S. Markus-Kirche in Venedig, deren Blei-Bedachung in unserer Zeit erneuert wurde, mit zweckmäßiger Verbindung und Form der Bleitafeln. Es ist dieses Metall nothwendig zur Verbindung von Glastafeln der Fenster, besonders bei Glasgemälden. Auch sind die Bleiröhren für Wasserleitungen, und laufende Brunnen in Gebäuden immer unentbehrlich, und man hat das Blei auch schon oft zur Abhaltung der Feuchtigkeit in Gebäuden empfohlen. In früherer Zeit bediente man sich desselben besonders häufig zum Eingießen von Eisengitterstäben, Klammern u. s. w. in Steine.

Versuche über Festigkeit des Kupfers, Messings, Bleies.

1) Rückwirkende Festigkeit.

Nach Versuchen von Rennie wurde ein Würfel von gegossenem Kupfer, $\frac{1}{4}$ Zoll englisch auf jeder Seite, zerdrückt mit 7318 ℔.
Ein Würfel von Gußmessing von $\frac{1}{10}$ Z. mit . . 3213 »
Ein solcher von $\frac{1}{2}$ Zoll mit . . . . 10304 »
Ein Würfel von gehämmertem Kupfer, von $\frac{1}{10}$ Z. 3427 »
Ein solcher von $\frac{1}{8}$ Z. mit . . . . 6440 »
Ein Würfel von gehämmertem Blei von $\frac{1}{2}$ Z. mit 483 »

2) Absolute Festigkeit.

Nach Versuchen von Rennie betrug die absolute Festigkeit von Quadratstäben, auf jeder Seite $\frac{1}{4}$ Zoll stark:

	℔.	Kilogr. auf 1 Quadr.=Millim.
aus gegossenem Kupfer	1192	13,41
» gehämmertem Kupfer . .	2212	24,88
» Messing	1123	12,63
» gegossenem Blei	114	1,28.

Versuche von Navier mit gewalztem Kupfer= und Bleiblech:

Arten des Metalls.	Breite	Dicke	Gewicht zum Zerreissen	Auf 1 Quadrat=Millimeter
	Millim.	Millim.	Kilogr.	Kilogr.
Gewalztes Kupfer	11,2	1,2	269	20
Dasselbe	11,6	1,8	463	22,2
Gewalztes Blei	30,4	3,3	166	1,65
Dasselbe	20,2	3,3	116	1,74
Dasselbe	14,7	3,3	78	1,61
Dasselbe	31,2	2,4	63	0,84
Dasselbe	29,6	2,4	86	1,21
Dasselbe	16,5	2,4	41,3	1,04

Mittelgewicht von Kupfer . . . . . 2,1 Kilogr.
» » Blei . . . . 1,35 »

Die Stücke von Kupfer fiengen an, sich zu dehnen mit einer Last, welche ohngefähr halb so groß war, als die zum Zerreissen erforderliche; die Stücke von Blei dehnten sich mit einer Last, welche zwischen der Hälfte und $\frac{2}{3}$ des ganzen zum Bruche erforderlichen Gewichtes war.

Versuche von Minard und Desormes über die absolute Festigkeit von Kupferdraht:

Arten des Drahts	Durchmesser	Gewicht zum Zerreissen auf 1 Quadrat-Millimetre	Verlängerung vor dem Bruche.
	Millim.	Kilogr.	
Nicht geglühter Draht	0,551	69,4	0,0084
Derselbe	1,478	49,4	0,0068
Derselbe	1,032	44,6	0,0037
Derselbe, vor dem Versuche in Brenn-Oel getaucht	0,616	35,7	0,0091
Derselbe, vor dem Versuche mit 40 elektrischen Ladungen aus einer kleinen Leydner-Flasche versehen .	0,616	33,7	0,0018
Geglühter Draht	0'351	24,4	0,164
Derselbe	1,032	21	0,167
Derselbe	1,478	22,3	0,197
Derselbe, in Dampf von 80° . .	1,032	21,7	0,154

Versuche von Dufour über absolute Festigkeit von Messing-Draht:

Arten des Drahts	Durchmesser	Gewicht zum Zerreissen	Auf 1 Quadrat-Millimetre.
	Millim.	Kilogr.	Kilogr.
Weicher, aufwindbarer Draht von Nr. 4	0,85	48,5	85,2
Derselbe, geglüht		23,5	
Harter, spröder Draht Nr. 13 .	1,9	117,5	41,4
Derselbe, geglüht		84	
Draht Nr. 13		187,5	66,1
Derselbe, geglüht		100,5	

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schmid, Carl

Die Baumaterialien aus dem unorganischen Reiche nach ihren allgemeinen Vorzügen und Mängeln mit Rücksicht auf die Darstellungsweise und nothwendigen technischen Veränderungen eines Theils derselben

München 1846

A.civ. 82 g#Beibd.1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10059549-6